
3 3433 06274496 0



(Bulletin

OEA

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

TOME XII.

LISTE
DE MM. LES COLLABORATEURS
DE LA Ire SECTION
DU BULLETIN UNIVERSEL DES SCIENCES
ET DE L'INDUSTRIE (1).

Rédacteurs principaux :

MM. STURM et GAULTIER DE CLAUBRY.

MATHÉMATIQUES. — *Collaborateurs :* MM. Ampère, Berthevin, Billy, Cauchy, Cournot, Duhamel, Baron Ch. Dupin, Baron Fourier, Hachette, Lacroix, Mousson, Navier, Olivier (Théodore), Poinsot, Baron Poisson, Baron de Prony, Saigey, Terquem, Vincent.

ASTRONOMIE. — *Collaborateurs :* MM. Bouvard, Baron Damoiseau, Francœur, De Freycinet, Mathieu, Nicollet, Chev^r de Rossel.

PHYSIQUE. — *Collaborateurs :* MM. Ajasson de Grandsagne, Ampère, Becquerel, Colladon, Dulong, Baron Fourier Legrand, Lehot, De Montferrand, Baron Poisson, Pouillet, Roulin.

CHIMIE. — *Collaborateurs :* MM. D'Arcet, Becquerel, De Berthier, Chevalier, Chevillot, Dessaignes, Donné, Dulong, Dunglas, Charles de Filières, Kuhn, E. Laugier, Péclet, Perdonnet, Baron Thénard.

(1) Ce Recueil, composé de huit sections, auxquelles on peut s'abonner séparément, fait suite au *Bulletin général et universel des annonces et des nouvelles scientifiques*, qui forme la première année de ce journal. Le prix de cette première année (1823) est de 40 fr. pour 4 vol. in-8°, ou 12 cahiers, composés de 10 feuilles d'impression chacun.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
IMPRIMEUR DU ROI. RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN
DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,
PHYSIQUES ET CHIMIQUES,

RÉDIGÉ PAR MM. STURM ET GAULTIER DE CLAUBRY.

Ire SECTION DU BULLETIN UNIVERSEL,

PUBLIÉ

SOUS LES AUSPICES

de Monseigneur le Dauphin,

PAR LA SOCIÉTÉ

POUR LA

PROPAGATION DES CONNAISSANCES

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES,

ET SOUS LA DIRECTION

DE M. LE BARON DE FÉRUSSAC.

12

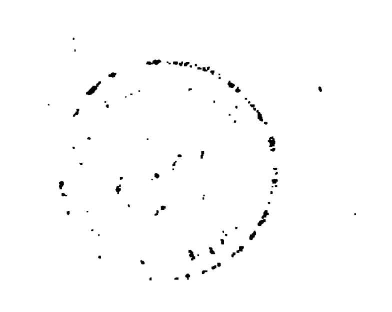
TOME DOUZIÈME.



A PARIS,

Au Bureau central du Bulletin, rue de l'Abbaye, n° 3,
Et chez Bachelier, quai des Augustins, n° 55;
Paris, Strasbourg et Londres, Chez MM. Treuttel et Wurtz;
Leipzig, MM. Brockhaus.

1829.



BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

1. ANNALES DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES; par M. GERGONNE. T. XIX, n° 12, juin 1829.

On trouve au commencement un mémoire de M. Bobillier, dans lequel l'auteur applique la théorie des polaires réciproques à la recherche de diverses propriétés de l'hyperbole équilatère dont la plupart n'avaient point encore été remarquées. M. Bobillier remarque d'abord que la *polaire d'un cercle, par rapport à une hyperbole équilatère directrice, est une conique qui a pour l'un de ses foyers le centre de cette hyperbole, et pour directrice, relative à ce foyer, la polaire du centre du cercle ;* il en conclut que *la polaire d'un cercle qui a son centre au centre d'une hyperbole équilatère directrice est un autre cercle concentrique à celui-là,* et qu'en outre *si le cercle a pour diamètres les axes de l'hyperbole, il sera à lui-même sa polaire réciproque, et qu'il en sera de même de l'hyperbole, en prenant le cercle à son tour pour courbe directrice.* Plus généralement, *si, sur les deux mêmes diamètres conjugués, on construit une ellipse et une hyperbole, chacune de ces deux courbes sera à elle-même sa polaire réciproque, par rapport à l'autre, prise pour directrice ;* d'où il résulte encore que *si deux paraboles de même paramètre, tangentes l'une à l'autre, ont leurs axes parallèles et sont tournées en sens inverse, chacune d'elles sera à elle-même sa polaire réciproque, relativement à l'autre, prise pour directrice.*

Pour prouver la fécondité de ces principes, M. Bobillier en déduit treize théorèmes qu'il lui suffit seulement d'énoncer pour en faire sentir la vérité, et dont l'auteur aurait pu sans peine étendre le nombre. M. Bobillier passe ensuite à la démonstration d'un autre principe non moins fécond que ceux-là, et qu'il énonce en ces termes : *La polaire réciproque d'une hyperbole équilatère, par rapport à tout cercle directeur qui a son centre*

sur cette courbe, est une parabole qui a pour directrice la tangente menée à l'hyperbole par le centre du cercle directeur, et pour foyer le pôle du diamètre non transverse de cette hyperbole perpendiculaire à celui qui va au centre de ce cercle.

M. Bobillier tire de là une multitude de conséquences variées; il enseigne entr'autres un moyen facile de construire par points une hyperbole dont le centre et deux points sont donnés, ainsi que les asymptotes de la courbe; il enseigne aussi à trouver le centre d'une hyperbole quelconque, lorsqu'on donne trois points avec des parallèles à ses deux asymptotes. Nous regrettons de ne pouvoir suivre M. Bobillier dans toutes les recherches dont il s'occupe.

Dans un second article, M. Le Barbier suppose qu'un cercle mobile terminé par un canal circulaire a son centre au sommet d'un cône droit dont l'axe est vertical et que ce cercle est assujetti à tourner d'un mouvement uniforme autour de ce cône, en lui demeurant constamment tangent; une sphère pesante est introduite dans le canal et emportée par le cercle dans son mouvement, et il s'agit de déterminer toutes les circonstances du mouvement de cette sphère dans l'espace. Nous craignons que, dans la solution donnée de ce problème par M. Le Barbier, l'auteur n'ait pas fait entrer en considération toutes les forces qui sollicitent la sphère.

Lorsque deux morceaux d'une étoffe transparente, telle que gaz ou linon, sont placés l'un devant l'autre, en face du jour, les points de coïncidence des fils du tissu forment des courbes variées dont l'ensemble imite assez les courbes que l'on pratique sur l'étoffe appelée *moire*. La même chose s'observe lorsqu'on regarde le jour à travers deux claires-voies en osier, dont les osiers ne sont pas parallèles. Dans un troisième article de la livraison, un abonné montre, par un exemple fort simple, comment on peut attaquer analytiquement la théorie de ces sortes de courbes; il montre qu'en supposant que, par exemple, on trace sur deux glaces planes non parallèles des parallèles équidistantes, mais de directions différentes dans chaque glace, la suite des points de coïncidence devrait appartenir à un système de sections coniques. Il pense que c'est parce que les conditions qu'il suppose ne sont jamais rigoureusement remplies que cette espèce de moiré offre des courbes si variées.

Dans un dernier article, M. P. R. donne une démonstration fort simple de deux théorèmes qui complètent une théorie dont nous avons rendu compte à la page 305 du VIIIe volume du *Bulletin;* les voici :

I. Si, par un point pris arbitrairement dans l'intérieur d'un triangle, on mène des parallèles à ses trois côtés, ces droites diviseront le triangle en six parties, dont trois seront des triangles tels que l'aire du triangle proposé sera égale au carré de la somme des racines carrées des aires de ces trois-là.

II. Si, par un point pris arbitrairement dans l'intérieur d'un tétraèdre, on conduit des plans parallèles à ses quatre faces, ces plans diviseront le tétraèdre en quatorze parties dont quatre seront des tétraèdres tels que le volume du tétraèdre proposé sera égal au cube de la somme des racines cubiques des volumes de ceux-là.

A l'aide des mêmes considérations, l'auteur démontre tout aussi simplement un théorème de géométrie plane démontré moins brièvement dans la *Correspondance mathématique et physique* du royaume des Pays-Bas, ainsi que son analogue dans l'espace.

2. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. Tom. XX, n° 1er, juillet 1829.

Cette livraison est occupée, presque en totalité, par un mémoire de M. Gergonne, sur le phénomène du *mirage.* L'auteur observe d'abord que, dans les cas les plus ordinaires, les couches atmosphériques de densité constante sont sensiblement sphériques et concentriques, leur centre commun étant le centre même de la terre; mais, ajoute-t-il, lorsqu'on ne considère que la position de l'atmosphère qui repose sur un sol peu étendu, il devient permis de supposer ces couches planes et horizontales. Communément la densité de ces couches décroît de bas en haut; mais, dans certains cas particuliers et à certaines heures du jour, notamment lorsque les couches les plus basses reposent sur un sol fortement échauffé par les rayons solaires, il peut se faire que, dans les basses régions, la densité des couches soit constante ou même décroissante vers la terre, ou encore qu'elle présente plusieurs *maxima* et *minima* consécutifs le long d'une même verticale; et ce sont toutes ces variétés dans la densité

des couches successives, comme l'observe M. Gergonne, qui donnent naissance à ces apparences singulières des objets visibles que l'on a comprises sous la dénomination générale de *mirage*.

M. Gergonne fait ensuite remarquer que, lorsqu'un milieu est ainsi composé de couches horizontales de densité constante, les rayons émanés d'un point lumineux qui s'y trouve plongé, décrivent des courbes planes, dont les plans sont verticaux, et qui sont exactement les mêmes dans deux quelconques de ces plans, pour une même direction initiale; de sorte qu'en étudiant ce qui se passe dans l'un de ces plans, on saura ce qui se passe dans tous les autres. Menant donc, dans l'un d'eux, un axe des x horizontal et un axe des y vertical, l'auteur suppose que, par chacun des points de ce dernier axe, on lui élève des perpendiculaires proportionnelles à la densité du milieu en ces points; les extrémités supérieures de ces perpendiculaires appartiennent à une certaine courbe que M. Gergonne a nommée la *Caractéristique* du milieu, dans son Mémoire de 1808, dont nous avons déjà fait mention (*Bulletin* de mars 1829, pag. 159), parce qu'en effet elle en caractérise nettement la nature. Il observe qu'on peut toujours, sans altérer en aucune sorte la figure des rayons, faire marcher cette courbe dans le sens horizontal, de manière à l'amener à passer par l'origine, puisque cela revient simplement à admettre qu'on a augmenté ou diminué la densité du milieu de la même quantité en tous ses points. Supposant donc qu'il en est ainsi, et employant les formules mentionnées dans l'endroit déjà cité du *Bulletin*, M. Gergonne trouve pour l'équation différentielle du rayon lumineux

$$dx = \frac{\lambda\, dy}{\sqrt{\lambda^2 m^2 + (1 + m^2) u}};$$

équation dans laquelle λ est une constante à déterminer par l'expérience, m la tangente tabulaire de l'inclinaison initiale du rayon par rapport à l'horizon, et enfin u la fonction de y qui représente la densité de chaque couche, et qui, d'après ce qui vient d'être dit ci-dessus, doit être nulle en même temps que y.

Après avoir déduit de cette équation quelques relations remarquables entre la caractéristique et la courbe décrite par le rayon, l'auteur observe que cette même équation peut servir à résoudre deux questions inverses l'une de l'autre; savoir : 1°

celle où, de la nature donnée du milieu, on veut conclure la figure du rayon lumineux; 2° celle où, au contraire, de cette figure, supposée connue, on veut conclure la nature du milieu. La solution de cette dernière question n'exigeant que la simple application du calcul différentiel, c'est d'elle que M. Gergonne s'occupe en premier lieu; il enseigne d'abord à déterminer, par un procédé expérimental, la courbure du rayon; et il montre ensuite que l'équation de ce rayon étant

$$y = \varphi(x),$$

où x et y doivent être nuls en même temps, l'équation de la caractéristique sera le résultat de l'élimination de x entre cette équation et celle-ci.

$$u = \frac{\lambda^2 \left\{ \varphi'^2(x) - \varphi'^2(o) \right\}}{1 + \varphi'^2(o)},$$

φ' étant la dérivée de φ. Il fait tour-à-tour l'application de ce procédé au rayon rectiligne et au rayon parabolique, et prouve ainsi que, quand le rayon affecte cette dernière figure, la densité des couches croît ou décroît proportionnellement à leur distance au sol. Il prouve ensuite, en traitant la première des deux questions, par le calcul intégral, que la réciproque de cette proposition est également vraie.

En général si, pour une nature donnée du milieu, c'est à-dire, pour une forme donnée de u en y, on intègre l'équation différentielle du rayon, de telle sorte que x et y soient nuls en même temps, on obtiendra une équation de cette forme

$$f(x, y, m) = o; \qquad (1)$$

de sorte que, pour chaque valeur de m, c'est-à-dire, pour chaque direction initiale du rayon lumineux, sa courbure se trouvera complétement déterminée. Si ensuite, considérant m comme un paramètre variable, on veut profiter de son indétermination pour assujettir le rayon à passer par un point donné (x', y'), on aura, pour déterminer ce paramètre, l'équation

$$f(x', y', m) = o, \qquad (2)$$

laquelle pourra être du premier degré seulement ou d'un degré plus élevé. Dans le premier cas, il n'y aura aucun point du plan des axes où il ne parvienne un des rayons lumineux émanés de l'origine, et il n'en parviendra qu'un seul en chacun de ces points; de sorte qu'en quelque endroit que l'œil se trouve situé, il recevra toujours une image du point lumineux et n'en rece-

vra qu'une seule. Si, au contraire, l'équation est, par rapport à m, d'un degré supérieur au premier, des rayons de directions différentes à leur origine pourront, en plus ou moins grand nombre, parvenir en un même point (x', y'), comme aussi il pourra n'en parvenir aucun en certains points de leur plan. L'œil du spectateur pourra donc, suivant sa situation, recevoir plusieurs images d'un même point ou bien n'en recevoir aucune. Les rayons se couperont donc consécutivement de manière à avoir une enveloppe commune; cette enveloppe pourra d'ailleurs avoir plusieurs branches, lesquelles diviseront le plan des rayons en diverses régions telles qu'un œil passant d'une région à la suivante verra une image de plus ou une image de moins du point rayonnant. M. Gergonne applique ces considérations générales au cas particulier où la densité des couches croît ou décroît proportionnellement à leur élévation. Il trouve, comme l'a aussi trouvé M. Biot, qu'alors tous les rayons sont des paraboles, ayant leurs sommets sur une même ellipse, et ayant pour enveloppe commune une nouvelle parabole, ne différant que par sa situation de celle que trace le rayon dont la direction initiale est horizontale, et qui a pour foyer le point rayonnant. L'œil situé dans l'intérieur de cette parabole reçoit deux images de ce point; ces deux images se confondent pour l'œil situé sur la parabole même; et le point rayonnant cesse d'être visible pour un œil situé du côté de sa convexité.

Si, dans l'équation (1), on substitue tour-à-tour les diverses valeurs de m, tirées de l'équation (2), on obtiendra ainsi les équations de tous les rayons qui parviennent à l'œil situé en (x', y'); et, en leur menant des tangentes par ce point, on saura suivant quelles directions les diverses images du point lumineux sont aperçues; car lorsqu'un point lumineux nous est rendu visible, par l'intermédiaire d'un rayon curviligne, c'est toujours sur la tangente menée par l'œil à ce rayon que ce point nous paraît situé. On pourrait inférer d'une note de M. Gergonne sur ce sujet que M. Biot aurait cru que le point lumineux était aperçu sur le rayon même; distraction qui serait fort étrange de la part d'un géomètre de cet ordre.

Pour assigner positivement le lieu de chacune des images du point rayonnant, M. Gergonne rappelle qu'*un point est toujours vu à l'endroit d'où paraissent diverger les rayons qui en émanent*;

supposés rectilignes à leur entrée dans l'œil; il en conclut facilement que *si, par l'œil, on conduit une trajectoire orthogonale de tous les rayons émanés d'un même point lumineux, le centre de courbure de cette trajectoire, relatif à l'œil, sera le lieu de l'image de ce point;* d'où il suit que le point lumineux ne sera vu d'une manière distincte qu'autant que la trajectoire aura sa convexité tournée vers le spectateur.

L'équation de cette trajectoire pourrait souvent être difficile à obtenir; mais on n'a heureusement besoin ici que de son centre de courbure relatif à l'œil, qui peut être obtenu par la simple application du calcul différentiel. M. Gergonne donne pour cela les formules suivantes : l'équation du rayon lumineux étant

$$y = F(x, m) = X, \text{ d'où } y' = X'$$

les équations du lieu de l'image sont

$$x = x' + \frac{\left(\frac{dX'}{dm}\right)\left\{1+\left(\frac{dX'}{dx'}\right)^2\right\}}{\left(\frac{dX'}{dm}\right)\left(\frac{dX'}{dx'}\right)\left(\frac{d^2X'}{dx'^2}\right)-\left(\frac{d^2X'}{dx'dm}\right)\left\{1+\left(\frac{dX'}{dx'}\right)^2\right\}},$$

$$y = y' + \frac{\left(\frac{dX'}{dx'}\right)\left(\frac{dX'}{dm}\right)\left\{1+\left(\frac{dX'}{dx'}\right)^2\right\}}{\left(\frac{dX'}{dm}\right)\left(\frac{dX'}{dx}\right)\left(\frac{d^2X'}{dx'^2}\right)-\left(\frac{d^2X'}{dx'dm}\right)\left\{1+\left(\frac{dX'}{dx'}\right)^2\right\}}.$$

L'auteur explique d'ailleurs comment on pourrait obtenir la figure de l'image d'un objet d'une étendue finie, et découvrir, pour chacune des images d'un même objet, si cette image sera droite ou renversée, et, dans ce dernier cas, si le renversement aura lieu à la fois du haut en bas et de l'avant à l'arrière, ou seulement dans l'une ou l'autre de ces deux directions.

En particulier, dans le cas de deux images seulement, si ces deux images sont vues dans une même verticale et de même grandeur, de manière que la plus élevée soit droite et la plus basse renversée; le spectateur se trouvera dans le même cas que s'il voyait une inondation, qui offrirait également une image renversée de chaque objet au-dessous de lui-même; il éprouvera donc invinciblement le sentiment de la présence de l'eau; et c'est précisément en cela que consiste le phénomène du mirage, dumoins dans les cas les plus ordinaires. M. Gergonne indique l'île de *Camargue,* espèce de delta formé par deux branches du Rhône, à son embouchure dans la Méditerranée, comme un

des points du midi de la France où ce phénomène est le plus souvent aperçu.

L'auteur, en promettant de revenir de nouveau sur ce sujet, dans une autre occasion, termine par faire l'application de ses formules générales à un milieu dont la densité décroît proportionnellement aux hauteurs; et, pour mettre le lecteur en situation de juger des bizarres apparences qui peuvent naître pour l'œil de l'interposition d'un tel milieu, il joint à son mémoire une planche où sont représentées les images d'un obélisque, au nombre de deux seulement, et tournées l'une et l'autre dans le sens de l'objet même, si ce n'est que la plus inférieure est fort inclinée. Il n'est donc pas généralement vrai, comme l'a avancé M. Biot, entraîné sans doute par une première méprise, que, dans le cas de plusieurs images, ces images doivent être alternativement directes et renversées. M. Gergonne ne pense pas même qu'il puisse jamais en être ainsi, toutes les fois que la densité des couches atmosphériques est continuellement croissante ou décroissante dans le même sens. Il confesse d'ailleurs avoir long-temps partagé sur ce point l'opinion de M. Biot.

Dans un second article de la livraison, M. Théodore Dallari, de Modène, suppose qu'il n'existe rien autre chose dans l'univers qu'une masse de fluide élastique, disposée par couches sphériques, concentriques de densité constante; et, admettant que les molécules de ce fluide s'altèrent en raison composée de la directe de la masse attirante et de l'inverse du carré de sa distance à la masse attirée, et que le fluide se comprime proportionnellement aux pressions qu'il éprouve, il se propose d'assigner la loi suivant laquelle variera la densité des couches de ce fluide. En appelant x cette densité pour la couche dont le rayon est r, il trouve $x = \mathrm{A}e^{\frac{\mathrm{B}}{r}}$, A et B étant deux constantes.

Enfin, dans un dernier article, MM. Bobillier et Lenthéric s'occupent de la recherche du lieu géométrique des centres de gravité de tous les systèmes de rayons vecteurs d'une même ellipse, qu'ils trouvent être une autre ellipse, semblable et concentrique à celle-là, mais tournée en sens inverse et de dimensions moitié moindres. Le même résultat a lieu pour l'hyperbole, pourvu qu'on attribue un poids négatif à l'un des deux rayons vecteurs.

3. **Géométrie perspective**, ou Principes de projection polaire appliqués à la description des corps; par B. E. Cousinery. In-4° de 96 pages et 6 pl.; prix, 7 fr. Paris, 1828; Carilian-Gœury.

Nous ne pouvons donner une idée plus juste de cet ouvrage, auquel l'Académie des sciences a accordé son approbation, qu'en disant qu'il remplit, par rapport à la science de la perspective, le même but que dans le temps où il parut, le traité de géométrie descriptive de Monge par rapport à la méthode de projection orthogonale. Les épures de perspective ont sur les autres l'avantage de pouvoir être lues, même par ceux qui n'auraient aucune idée de géométrie; mais leur exécution exacte repose sur des principes qui n'avaient point encore été réunis en un corps de doctrine, de manière du moins à ne rien laisser à désirer sous le rapport de la rigueur, de l'ordre et la simplicité. C'est en quoi l'auteur nous paraît avoir parfaitement réussi, et nous pensons que les dessinateurs lui sauront gré d'avoir éclairci une science qui n'était obscure que parce qu'elle était mal exposée. Quant aux géomètres proprement dits, ils remarqueront aussi dans l'ouvrage de M. Cousinery des applications théoriques fort curieuses du système de projection polaire, et y trouveront de nouveaux exemples des résultats que peuvent souvent fournir à la géométrie plane, les considérations de la géométrie à trois dimensions. V.

4. **Die Lehre von dem Gleichgewichte.** — Théorie de l'équilibre et du mouvement des corps solides et fluides; par le doct. Hermann Umpfenbach, prof. à Giessen. In-8° de viii et 424; avec 6 pl. lithogr.; prix, 2 rthlr. Mayence, 1825; Kupferberg. (*Allg. Liter. Zeitung;* fév. 1829. Supplém.*;* n° 21, p. 161.)

C'est simplement une traduction libre du traité de mécanique de M. Poisson, sans que le traducteur fasse le moins du monde mention de l'auteur français qu'il a copié; bien au contraire, il a l'air, d'après sa préface, de donner cet ouvrage comme le sien propre. Pour éloigner toute espèce de doutes à cet égard, le rédacteur de la Gazette Littér. de Halle, à laquelle nous empruntons cet article, a placé plusieurs passages du texte français en regard des mêmes passages de la traduction. G.

5. **Exercices de mathématiques**, par M. Cauchy. 30-39 livrais. Paris, 1829; De Bure.

I. Les livraisons que nous annonçons renferment une série de recherches sur les conditions d'équilibre et de mouvement des corps élastiques dans différentes hypothèses. Les calculs et les notations de l'auteur n'ayant jamais offert plus de complication ni exigé un emploi plus abondant de toutes les *casses* latines, grecques et gothiques, nous ne pouvons qu'en indiquer ici les principaux résultats. D'ailleurs nous avons déjà donné à nos lecteurs une idée suffisante des bases de cette analyse dans les livraisons précédentes.

La 30e et 31e livr. renferment deux mémoires, l'un *sur les équations qui expriment les conditions d'équilibre ou les lois du mouvement intérieur d'un corps solide élastique ou nonélastique*, l'autre, *sur l'équilibre et le mouvement d'un système de points matériels sollicités par des forces d'attraction* ou de *répulsion mutuelle*. L'auteur part des équations aux différences partielles auxquelles l'a conduit la théorie des pressions ou tensions, (*Bulletin* de mai 1829, p. 333) et que M. Poisson a trouvées par une analyse différente (*Bulletin* de février, page 105). Mais pour employer ces équations dans la question présente, il est nécessaire de connaître les relations qui existent entre les pressions ou tensions désignées à la page qu'on vient de citer par A B C D E F, et les condensations ou dilatations linéaires mesurées au point (x, y, z) dans la masse du corps. Les condensations ou dilatations s'expriment elles-mêmes en fonction des variations très-petites que subissent les coordonnées du point matériel. Donc, si l'on peut exprimer A B C D E F en fonction des dilatations, on pourra aussi les exprimer en fonction des déplacemens du point matériel, ou des variations de ses coordonnées; et la substitution dans les équations de la page 334 du *Bulletin*, donnera les équations aux diférences partielles, dont l'intégration ferait connaître les mouvemens intérieurs, très-petits, des particules du corps. Mais, pour exprimer A B etc. en fonction des condensations ou dilatations, il faut distinguer les corps élastiques d'avec les corps non élastiques; et, cette distinction faite, il faut, d'après l'auteur, admettre certaines données hypothétiques, qui impriment le même caractère à toutes les formules que l'on en

déduit; en sorte que l'accord plus ou moins parfait entre les résultats de ces formules et ceux de l'expérience, pourra seul faire juger du mérite de l'hypothèse. Par exemple, l'auteur admet comme une supposition très-naturelle, que les pressions ou tensions *principales* sont en chaque point d'un corps élastique, respectivement proportionnelles aux condensations ou dilatations principales. Alors on obtient des formules qui présentent une grande analogie avec celles de l'hydrodynamique, quand les déplacemens du fluide sont très-petits. En supposant que la pression principale se compose de deux termes, l'un proportionnel à la condensation linéaire, l'autre à la condensation du volume, on retombe sur les formules données en premier lieu par M. Navier. Dans l'un et l'autre cas, on en déduit que la propagation du son suit les mêmes lois, dans l'air et dans les solides élastiques. Les formules relatives au mouvement des solides *mous* ou non élastiques, offrent moins d'intérêt.

Ces résultats ont été obtenus en considérant le corps comme une masse continue; M. Cauchy reprend la question sous une autre face, en le considérant comme un système de points matériels à distance. Mais comme, indépendamment de l'ignorance où nous sommes sur la loi des forces moléculaires, rien n'est connu sur les rapports de grandeur et de situation des molécules, il faut encore traverser, si j'ose ainsi dire, une nouvelle série d'hypothèses, pour arriver à des formules de plus en plus traitables; et l'on peut choisir ces hypothèses de manière à reproduire les équations de M. Navier, et toutes celles obtenues dans le mémoire précédent, en considérant les pressions et condensations dans une masse continue. L'auteur passe des sommes d'élémens discontinus aux intégrales prises entre zéro et l'infini, selon la méthode qui avait été employée sans contestation depuis Laplace, et que M. Poisson vient de trouver inexacte.

La 32e livraison est consacrée à un mémoire ayant pour titre: *De la pression ou tension dans un système de points matériels.* Reprenant encore le même sujet sous un point de vue nouveau, l'auteur se propose de calculer directement les pressions ou tensions exercées contre un plan par un système de molécules à distance, quand on suppose que ce plan devient rigide, et qu'on lie par des droites invariables les points qu'il renferme,

avec ceux des points matériels qui sont situés d'un même côté de ce plan. Il trouve notamment que la supposition admise par M. Poisson (*Bulletin* de février, page 100) pour que la pression soit égale en tous sens, n'est pas nécessaire ; mais pour cela, lui-même part de l'hypothèse, que l'on peut, sans altérer sensiblement les valeurs des termes sommatoires dépendant de l'action moléculaire, faire abstraction des molécules les plus voisines de celle attirée ou repoussée : ce qui semble difficile à concilier avec le principe généralement admis, du décroissement rapide des forces moléculaires, principe sur lequel repose aussi l'analyse de M. Cauchy. Cette analyse suppose encore que la densité varie très peu d'un point à l'autre du corps.

Les livraisons 33 et 34, réunies en un seul cahier, contiennent d'abord *quelques théorèmes relatifs à la condensation ou à la dilatation des corps*. C'est encore la surface du second degré, qui revient avec son système d'axes principaux, comme dans la théorie des pressions ou tensions ; et cela au moyen de ce qu'on a négligé les infiniment petits des ordres supérieurs. Ce procédé d'analyse ressemble tout-à-fait à celui par lequel on détermine les courbures *maxima* et *minima* des surfaces, en substituant à la surface proposée, la surface osculatrice du second ordre.

On trouve ensuite dans ce cahier un mémoire fort étendu *sur l'équilibre et le mouvement d'une lame solide*. Si l'on imagine une plaque solide, d'une petite épaisseur, terminée par deux surfaces cylindriques, et par deux plans parallèles aux génératrices de ces surfaces, douée d'ailleurs d'une étendue indéfinie dans le sens des génératrices ; si, de plus, on admet que les forces et pressions étant dirigées dans des plans perpendiculaires aux génératrices des deux cylindres, soient les mêmes pour tous les points situés sur une parallèle à ces génératrices ; les équations d'équilibre ou de mouvement de la plaque seront les mêmes que celles d'une section faite dans cette plaque par deux plans perpendiculaires aux génératrices : et pour les obtenir, il suffira de faire abstraction, dans les équations générales relatives à un corps de forme quelconque, des termes provenant de l'une des dimensions, celle qui s'étend parallèlement aux génératrices des des deux cylindres. Une semblable section est ce que l'auteur appelle *une lame solide ;* mais dans le mémoire que nous annonçons, il suppose que cette lame, dans son état naturel, est droite et d'une épaisseur constante. Il la suppose ensuite

naturellement droite, mais d'une épaisseur variable; deux conditions que nous avons assez de peine à concilier, d'après la définition donnée de ces mots : *naturellement droite*. Au reste le premier cas est le seul que M. Cauchy développe ici avec beaucoup de détails. Il vérifie l'hypothèse sur laquelle repose la solution donnée par Jacques Bernoulli, du problème de la lame élastique; mais en observant que ce géomètre n'a point tenu compte de la tension dirigée perpendiculairement à la longueur de la lame. Or, cette tension, quoique fort petite par rapport à celle qui est dirigée suivant la longueur, reste néanmoins comparable au moment d'élasticité; ce qui oblige à modifier dans plusieurs cas les équations déduites de la théorie de Bernoulli.

L'auteur ne donne encore ici les intégrales des formules nombreuses auxquelles il est parvenu, que pour un petit nombre de cas, qui sont les plus simples de toute cette théorie; ou plutôt il se borne à transcrire les intégrales qu'il a déjà données dans le mémoire sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique. Il en déduit le nombre des vibrations tant longitudinales que transversales, exécutées pendant l'unité de temps par la lame élastique, et correspondantes au son le plus grave, soit qu'on suppose les deux extrémités fixes ou libres, ou l'une fixe et l'autre libre. Le nombre des vibrations longitudinales est indépendant de l'épaisseur de la lame, tandis que celui des vibrations transversales est proportionnel à cette épaisseur; d'où il suit que, quand l'épaisseur est très-petite les vibrations transversales s'exécutent beaucoup plus lentement que les autres.

Les livraisons 35 et 36 réunies en un seul cahier, et qui terminent la 3e *année*, offrent d'abord la suite du mémoire *sur la lame élastique*. Dans le 4e paragraphe, l'auteur considère une lame solide, d'une épaisseur constante, et naturellement courbe. Quand l'épaisseur h est assez petite pour qu'on en puisse négliger le carré, on trouve que la lame ne peut rester en équilibre après un changement de forme presque insensible, à moins que les forces accélératrices appliquées aux divers points de cette lame ne satisfassent à une certaine équation, qui réciproquement détermine la courbe, quand les forces accélératrices sont données. Cette équation est indépendante du degré d'élasticité, et subsiste, lors même que la lame est douée d'une

flexibilité parfaite; aussi se confond-elle avec celle de la chaînette, quand la pesanteur est la seule force accélératrice qui sollicite la lame. En poussant l'approximation plus loin par rapport aux puissances de h, et développant en séries les diverses fonctions introduites dans le calcul, on obtient des formules différentes, et qui varient aussi d'après la nature des conditions auxquelles on assujettit les extrémités de la lame. Dans le cas particulier où la force accélératrice normale s'évanouit, l'auteur prouve que le moment d'élasticité est proportionnel, non-seulement à la largeur et au cube de l'épaisseur de la lame, mais encore au changement de courbure de la ligne moyenne; résultat qui s'accorde avec l'hypothèse admise par Euler dans les *Novi Commentarii*, et dans les *Acta Academiæ Petrop.* pour les années 1764 et 1779.

Pour passer à des applications, l'on suppose que la lame courbe offre pour ligne moyenne, dans l'état naturel, un arc de cercle, et que ses deux extrémités sont rendues fixes, après qu'on a déplacé la seconde d'une quantité très petite. En prenant cet arc égal à une circonférence entière, on obtient la figure que prend la ligne moyenne d'un anneau élastique d'une très-petite épaisseur, lorsqu'à l'aide d'une section faite perpendiculairement à cette ligne, on la transforme en une portion de spirale dont les extrémités sont très-voisines, et qu'après avoir rendu ces extrémités fixes, on laisse l'équilibre s'établir. Alors la différence entre la courbure de la spirale et la courbure primitive de la ligne moyenne de l'anneau, sera la même aux deux extrémités de la spirale que dans le point situé à égale distance de ces extrémités. Cette différence est d'ailleurs indépendante du déplacement relatif d'une extrémité par rapport à l'autre, mesuré dans le sens du rayon.

Supposons que les extrémités de la lame circulaire soient libres, et la vîtesse initiale nulle en chaque point; que de plus les forces accélératrices s'évanouissent, et que la lame étant un peu écartée d'une position d'équilibre, on veuille déterminer les vibrations indépendantes de l'épaisseur de cette lame; on trouvera que ces vibrations se reproduisent périodiquement. Le son qui leur correspond aura pour mesure tonique le nombre de vibrations exécutées pendant l'unité de temps; l'arc ϖ restant le même, chacun des sons rendus par la lame élastique

circulaire, dans le genre de mouvemens que l'on considère, varie en raison inverse de la longueur a de la lame; et si, au contraire, a demeure constant, le son sera d'autant plus aigu que ϖ sera plus grand. D'ailleurs, si l'on courbe plus ou moins la lame, de manière que la ligne moyenne prenne successivement la forme d'un demi-quart de cercle, d'un quart de cercle, d'un demi-cercle, de trois-quarts de cercle ou d'un cercle entier,

1° Le son le plus grave rendu par le cercle entier sera semblable au deuxième son du demi-cercle, et plus élevé d'une octave que le premier son du quart de cercle.

2° Le 2e son du cercle entier sera plus élevé d'une octave que le premier son du demi-cercle.

3° Le 3e son du cercle entier sera plus élevé d'une octave que le 1er son de l'arc équivalant aux $\frac{3}{4}$ de la circonférence.

4° Le 2e son du quart de cercle sera plus élevé d'une octave que le premier son du demi-quart de cercle, etc.

5° Les vibrations correspondantes au n^e son de la lame, sont telles que les points situés sur la ligne moyenne, de manière à diviser cette ligne en n parties égales, n'éprouvent aucun déplacement dans le sens du rayon, et que les points situés au milieu de ces mêmes parties n'éprouvent aucun déplacement dans le sens de la longueur de la lame.

Tous ces résultats sont conformes à des expériences que M. Savart a entreprises, à la demande de l'auteur. Le Mémoire qui suit, traite *de l'équilibre et du mouvement d'une plaque solide;* c'est l'analyse du mémoire précédente étendu, aux trois dimensions. On suppose que la plaque, dans l'état naturel, se trouve comprise entre deux surfaces courbes très-voisines l'une de l'autre. La surface courbe qui divisait primitivement l'épaisseur de la plaque en deux parties égales, est ce qu'on nomme la *surface moyenne*, et le calcul a principalement pour objet de déterminer les changemens de forme de cette surface. Enfin on admet qu'après un changement de forme de la plaque, on applique aux molécules qui la constituent, des forces accélératrices données, et aux surfaces qui la terminent, des pressions extérieures normales à ces surfaces. Diverses hypothèses subdivisent le mémoire en autant de paragraphes. En 1er lieu, l'auteur recherche les équations d'équilibre ou de mouvement d'une plaque naturellement placée, et d'une épaisseur constante. Il

arrive, au moyen de diverses suppositions, à une équation aux différences partielles du 4ᵉ ordre, la même qui a été trouvée sans démonstration dans les papiers de Lagrange, et qui a servi de base aux recherches publiées par Mˡˡᵉ Sophie Germain. La plupart des équations établies dans ce paragraphe se trouvent aussi d'accord avec celles contenues dans le mémoire de M. Poisson, qui a paru dans le dernier volume de la collection de l'Académie des sciences. L'auteur en renvoie l'intégration à un autre article. Il donne ensuite les équations analogues, pour le cas où la plaque est naturellement plane, mais d'une épaisseur variable. Le dernier mémoire contenu dans ce cahier traite *de l'équilibre et du mouvement d'une verge rectangulaire.* Considérons une verge solide qui, dans l'état naturel, ait pour axe une ligne droite ou une courbe plane. Supposons, d'ailleurs, que la section faite dans la verge par un plan perpendiculaire à l'axe, soit un rectangle dont les deux côtés restent constamment parallèles à l'un des plans menés par cet axe, ou au seul plan qui le renferme. La verge dont il s'agit deviendra ce que l'auteur appelle une verge rectangulaire, et son épaisseur $2h$ ou $2i$, mesurée parallèlement ou perpendiculairement au plan qui renferme l'axe ne sera autre chose que l'un des côtés du rectangle ci-dessus mentionné. Au reste, les épaisseurs $2h$, $2i$, supposées très-petites, pourront demeurer constantes, ou varier d'un point à l'autre suivant une loi quelconque. Ainsi, une verge rectangulaire ne différera pas d'une plaque solide qui serait naturellement plane, et terminée latéralement par deux surfaces cylindriques très-rapprochées l'une de l'autre : on suppose d'ailleurs que cette plaque solide devienne élastique, et offre la même élasticité dans tous les sens.

Quand la force accélératrice, ainsi que la pression extérieure s'évanouissent, les formules relatives au mouvement d'une verge élastique rectangulaire deviennent entièrement semblables à celles qui se rapportent au mouvement d'une lame élastique, sauf la détermination convenable des constantes. En partant de là, on trouve que la vîtesse du son dans une verge élastique, est à la même vîtesse dans un corps élastique, dans le rapport de $\sqrt{5}$ à $\sqrt{6}$. M. Poisson avait déjà énoncé cette proposition, qui subsiste, comme il l'a fait voir, quelle que soit la forme de la surface qui termine latéralement une verge élastique droite.

Quant aux rapports qui existeront entre les divers sons produits par les vibrations longitudinales ou transversales de la verge élastique rectangulaire, ils seront les mêmes que les rapports entre les sons produits par les vibrations longitudinales ou transversales de la lame élastique, pourvu que cette lame et cette verge, étant prises dans l'état naturel, et coupées par le plan auquel on rapporte leurs mouvemens oscillatoires, offrent précisément la même section. Si, la longueur d'une verge droite étant représentée par a, on désigne par N le plus petit nombre de vibrations longitudinales que cette verge, supposée libre, puisse exécuter pendant l'unité de temps, le nombre N' des vibrations transversales correspondantes à l'un des sons produits par la même verge, sera

$$N' = (2,055838.)\frac{2h}{a}N.$$

Cette dernière formule s'accorde parfaitement avec les expériences de M. Savart, rapportées dans le *Bulletin* de janvier 1828, n° 9, et diffère très-peu d'une formule que M. Poisson a présentée sans démonstration dans le même article, mais que l'on ne trouve pas dans le mémoire cité plus haut, que ce géomètre a publié.

Concevons maintenant que l'on compare le son le plus grave, produit par les vibrations d'une verge droite, aux divers sons produits par celles des vibrations d'une verge circulaire et de même longueur, qui sont indépendantes de l'épaisseur mesurée suivant le rayon de l'arc de cercle avec lequel l'axe de la verge coïncide dans l'état naturel. En nommant a, la longueur de l'arc en question, Ω la vîtesse du son dans la verge redressée, N le nombre de vibrations dans la verge circulaire, N' le nombre des vibrations longitudinales correspondantes au son le plus grave que peut produire la verge droite, on aura, par les formules de l'auteur, $N' = \frac{\Omega}{2a}$, et N égal à N' multiplié par un certain coefficient numérique. D'un autre côté, on peut déterminer directement par l'expérience les valeurs de N, N'; c'est ce qu'a fait M. Savart, à la prière de l'auteur, en employant deux verges parallélipipédiques en cuivre jaune, dont les longueurs respectives étaient respectivement $0^m,8225$ et $1^m,657$.

Les rapports entre les valeurs observées de N, N′, se sont trouvés sensiblement égaux à ceux donnés par la théorie.

Livr. 37 et 38. — De même que les deux livraisons précédentes, les 37[e] et 38[e], qui commencent la 4[e] *année*, sont réunies en un seul cahier, et sont consacrées d'abord à un mémoire *sur l'équilibre et le mouvement d'une plaque élastique, dont l'élasticité n'est pas la même dans tous les sens*. L'auteur part des formules qu'il a trouvées dans son mémoire sur la pression ou tension dans un système de points matériels qui fait partie de la 32[e] livraison. Les équations qu'on obtient sont susceptibles de se simplifier beaucoup, lorsqu'on suppose la plaque élastique extraite d'un corps solide qui offrait trois axes d'élasticité rectangulaires. Mais tandis qu'en supposant que l'élasticité restait la même dans tous les sens, on n'avait à déterminer par l'expérience qu'un coefficient dépendant de la nature de la plaque, il faudra généralement, dans le cas actuel, en déterminer six qui tiennent la place des 15 coefficiens compris dans les équations générales du mouvement d'un corps élastique. D'ailleurs l'auteur n'intègre pas ses formules, et n'en établit pas la comparaison avec les résultats de l'expérience.

Le mémoire suivant traite *de l'équilibre et du mouvement d'une verge rectangulaire, extraite d'un corps solide dont l'élasticité n'est pas la même dans tous les sens*. L'auteur se borne à considérer le cas où la verge est naturellement droite, et douée d'une épaisseur constante et très-petite, quoique la même analyse fût susceptible de s'appliquer aux verges naturellement courbes et d'une épaisseur variable. Il établit notamment le théorème suivant : « Une verge élastique étant extraite d'un corps solide homogène qui n'offre pas la même élasticité dans tous les sens, pour obtenir le carré de la vîtesse du son dans cette verge indéfiniment prolongée, il suffit de chercher ce que deviennent, en un point quelconque du corps solide, la dilatation ou condensation linéaire $\pm\varepsilon$, mesurée parallèlement à l'axe de la verge, et la pression ou tension p' supportée par un plan perpendiculaire à cet axe, tandis que les pressions ou tensions principales se réduisent l'une à p', les deux autres à zéro, puis de diviser la dilatation ou condensation $\pm\varepsilon$, par le facteur p' et par la densité. » Ce rapport $\frac{\pm\varepsilon}{p'}$ étant ce que l'auteur nomme

l'*élasticité* de la verge, l'énoncé précédent revient à dire que la vîtesse de propagation du son est proportionnelle à la racine carrée de l'élasticité.

Si la force accélératrice et les pressions extérieures s'évanouissent, il résulte de la comparaison des formules de ce mémoire avec celles des livraisons précédentes, que les relations trouvées entre la vîtesse du son Ω, la longueur ou l'épaisseur d'une lame élastique, et les sons produits par les vibrations longitudinales ou transversales de cette lame, continueront de subsister pour une verge élastique homogène, lors même que l'élasticité de cette verge deviendra variable avec la direction de son axe. Ainsi, par exemple, si l'on nomme a la longueur de la verge élastique, et N le plus petit nombre de vibrations longitudinales que cette verge, supposée libre, puisse exécuter pendant l'unité de temps, on aura $N = \frac{\Omega}{2a}$. De plus, si les deux épaisseurs deviennent égales, les vibrations transversales exécutées dans le sens de chacune de ces deux épaisseurs, produiront toujours les mêmes sons. Il était important de voir si cette conclusion, qui peut paraître singulière quand on suppose la verge extraite d'un corps solide dont l'élasticité n'est pas la même en tous sens, serait confirmée par l'expérience. A ce sujet l'auteur a consulté M. Savart, qui lui a appris que des expériences qu'il avait entreprises sans connaître ces formules, l'avaient précisément conduit au même résultat.

Des pressions ou tensions supportées en un point donné d'un corps solide par trois plans perpendiculaires entr'eux. Il s'agit d'exprimer ces pressions ou tensions en fonction de celles supportées par trois axes aussi rectangulaires, et parallèles aux axes coordonnés, les angles que font entr'eux les deux systèmes d'axes étant censés connus. C'est, par conséquent, un problème de géométrie analytique de l'ordre le plus simple, mais que l'auteur ne traite que pour faire voir comment la vîtesse de propagation du son Ω, dans une verge rectangulaire infiniment mince, extraite d'un corps élastique dont la densité est ρ, varie avec les angles α, β, γ, qui déterminent, par rapport aux axes coordonnés, la direction que prenait dans ces mêmes corps l'axe de la verge. Si, à partir du point (x, y, z), on porte sur la droite qui forme avec les demi-axes des coor-

données positives, les angles α, β, γ, une longueur dont le carré représente le produit $\Omega\sqrt{\rho}$, et qu'on désigne par $x+\text{x}$, $y+\text{y}$, $z+\text{z}$ les coordonnées de l'extrémité de cette longueur, les variables x, y, z seront liées par une équation qui représentera une surface, non plus du deuxième degré, comme dans tant d'autres questions analogues déjà traitées par l'auteur, mais du 4ᵉ degré; et les *maxima* et *minima* seront aussi donnés par des équations du 4ᵉ degré. Ces équations se simplifient beaucoup lorsqu'on suppose le corps doué de trois axes d'élasticité rectangulaires; et encore plus quand les molécules sont primitivement distribuées de la même manière par rapport à trois plans rectangulaires menés par l'une d'elles.

Sur la relation qui existe entre les pressions ou tensions supportées par deux plans quelconques en un point donné d'un corps solide. L'auteur a prouvé, dans le second volume des *Exercices*, que si, par un point donné d'un corps solide, on mène deux axes qui se coupent à angles droits, la projection sur le premier axe de la pression ou tension supportée par un plan perpendiculaire au second, sera équivalente à la projection de ce second axe de la pression ou tension supportée par un plan perpendiculaire au premier. On fait voir ici que la même proposition s'étend au cas où les deux axes forment entr'eux un angle quelconque. En effet, l'expression de la première projection est une fonction symétrique des cosinus des angles formés par les deux axes avec ceux des coordonnées; et conséquemment, cette expression est aussi celle de la seconde projection.

Sur les vibrations longitudinales d'une verge cylindrique ou prismatique à base quelconque. On suppose que la base de cette verge offre des dimensions très-petites. Au moyen de cette supposition, et à la faveur d'un raisonnement dont peut-être la rigueur ne satisfera pas pleinement tous les lecteurs, on trouve que les formules relatives aux vibrations longitudinales sont absolument indépendantes de la forme de la section faite dans la verge élastique par un plan perpendiculaire aux génératrices du prisme ou du cylindre, et entièrement semblables aux formules qui déterminent les vibrations longitudinales d'une verge rectangulaire. Ainsi, en désignant par a la longueur d'une verge prismatique ou cylindrique, et par N le plus petit nombre de vibrations longitudinales que cette verge, supposée libre, puisse

exécuter pendant l'unité de temps, on aura toujours $N = \frac{\Omega i}{2a}$ Ω représentera la vîtesse de propagation du son dans la verge indéfiniment prolongée, quelle que soit d'ailleurs la section transversale; et $\rho\,\Omega^2$ sera le rapport qui existe entre la dilatation longitudinale et la pression supportée par la section transversale, dans le cas où les pressions extérieures s'évanouissent. Donc, en prenant ce rapport pour mesure de l'élasticité de la verge, on pourra dire encore que la vîtesse de propagation du son dans la verge est proportionnelle à la racine carrée de son élasticité. Ces résultats subsistent, de quelque manière que l'élasticité du corps, d'où l'on suppose la verge extraite, varie, quand on passe d'une direction à une autre. Ils coïncident d'ailleurs avec ceux que M. Poisson a obtenus en considérant une verge extraite d'un corps solide dont l'élasticité reste la même en tous sens. Seulement, dans ce cas particulier, le coefficient Ω devient indépendant de la direction que présentait, avant l'extraction, l'axe de la verge.

La 39e livraison est entièrement remplie par un mémoire *sur la torsion et les vibrations tournantes d'une verge rectangulaire.* Le calcul fait voir qu'on ne peut plus négliger, dans une première approximation, le carré et les puissances supérieures des demi-épaisseurs h et i de la verge, ainsi que l'auteur l'avait pratiqué dans tous les problèmes analogues. Il faut absolument ici, pour éviter des conséquences absurdes, conserver les termes qui dépendent des carrés de h et i. Les formules sont appliquées spécialement au cas d'une verge rectangulaire qui offre une extrémité fixe, l'autre extrémité étant sollicitée par une force comprise dans un plan perpendiculaire à l'axe, et les pressions extérieures étant d'ailleurs supposées nulles. Il en résulte : 1° que l'angle de torsion ψ de la verge rectangulaire, mesuré dans un plan perpendiculaire à l'axe, est en raison directe, non-seulement de la distance qui sépare ce plan de l'extrémité fixe, mais encore du moment de la force appliquée à l'extrémité libre; 2° que, si la section transversale de la verge varie en demeurant semblable à elle-même, l'angle ψ variera en raison inverse du carré de l'aire de cette section, ou de la quatrième puissance des demi-épaisseurs h ou i. Ces résultats, semblables à ceux que M. Poisson a obtenus en considérant la torsion d'une verge cylindrique à base circulaire, subsisteraient

pareillement pour une verge cylindrique ou prismatique à base quelconque. Ajoutons que si l'épaisseur $2i$ devient très-petite relativement à l'épaisseur $2h$, l'angle de torsion sera sensiblement en raison inverse de hi^3.

Concevons à présent qu'après avoir tordu la verge élastique, en laissant à sa place chaque point de l'axe, on abandonne cette verge à elle-même sans lui appliquer aucune force, la verge exécutera des vibrations tournantes, dont les lois seront encore exprimées par les formules trouvées dans cet article. Ces vibrations se reproduiront périodiquement, et le nombre des vibrations exécutées pendant l'unité de temps, ou la valeur tonique du son produit, sera exprimé par $\frac{n\Omega}{2a}$, a étant toujours la longueur de la verge, et n un coefficient qu'il faut faire successivement égal à 1, 2, 3, etc., pour avoir la série des sons produits simultanément. Ainsi, le son le plus grave aura encore pour valeur $\frac{\Omega}{2a}$. Si l'on substitue la valeur de ce coefficient Ω, propre au son dont il s'agit, on trouve que le son le plus grave est réciproquement proportionnel à la longueur de la verge élastique, et qu'il ne change pas, lorsque les épaisseurs $2h$, $2i$ croissent ou diminuent dans le même rapport, c'est-à-dire, lorsque la section transversale de la verge varie en demeurant semblable à elle-même. Ces conclusions se trouvent confirmées par des expériences de M. Savart. Si l'on fait $h=i$, et qu'on suppose la verge extraite d'un corps solide, dont l'élasticité est la même en tous sens, on aura pour le nombre N des vibrations longitudinales correspondantes au son le plus grave :

$$N=\left(\frac{5f}{2\rho}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{1}{2a},$$

f désignant un certain coefficient qui dépend de la nature du corps d'où la verge est extraite. Le nombre N' des vibrations tournantes, qui correspondent aussi au son le plus grave, sera

$$N'=\left(\frac{f}{6\rho}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{1}{a};$$

d'où l'on tire

$$\frac{N}{N'}=\tfrac{1}{2}\sqrt{15}=1,9364\ldots.$$

Enfin, si i est très-petit par rapport à h, on aura

$$N' = \left(\frac{2f}{3\rho}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{i}{ah};$$

d'où il faut conclure que le son le plus grave produit par les vibrations tournantes d'une verge plate et rectangulaire, ou, en d'autres termes, d'une plaquè dont la largeur est peu considérable, varie en raison directe de l'épaisseur de cette plaque, et en raison inverse du produit des deux autres dimensions, ou, ce qui revient au même, en raison inverse de la superficie de la plaque. La loi que l'on vient d'énoncer est précisément celle que M. Savart a découverte, et à laquelle il a été conduit par l'expérience, ainsi qu'on peut le voir dans le Tome XXV des Annales de physique et de chimie.

Nous terminerons cette analyse par deux observations générales. La première, c'est qu'on éprouve souvent de la peine à se rendre compte du degré d'exactitude des formules, en raison de l'influence que peuvent acquérir les quantités qu'on néglige successivement avant d'arriver au résultat final; d'autant plus que l'auteur, par inadvertence sans doute, emploie fréquemment des phrases telles que celles-ci : « On aura sensiblement, c'est-à-dire en négligeant des quantités infiniment petites.... » ; phrase dont les deux membres se contredisent, et nous reportent aux temps de l'origine du calcul différentiel; car si une quantité est réellement infiniment petite, le calcul où on la néglige est exact rigoureusement, et non pas sensiblement. Nous observerons en second lieu, que le moyen le plus direct de contribuer aux progrès de la physique mathématique serait peut-être d'éviter cet immense appareil de formules, qui semble donner plus de généralité à la question; tandis qu'au fait, afin de les rendre traitables, on est obligé de les simplifier successivement pour arriver à des résultats d'une forme très-concise, et auxquels l'expérience puisse s'appliquer. Ainsi, le cas des vibrations à périodes régulières, est le seul que l'auteur ait résolu réellement, c'est-à-dire numériquement, dans toute cette suite de problèmes que nous venons de passer en revue. Une assez grande dépense de travail et d'attention est employée assez inutilement à le suivre dans cette marche alternativement ascendante et descendante; et mieux vaudrait, à notre avis, se borner à traiter directement les cas simples qui sont suscepti-

bles d'une solution finale. L'analyse y gagnerait en clarté, ou ses défauts, si elle en a, seraient plus facilement saisis au passage. D'ailleurs le mérite attaché aux difficultés vaincues serait toujours le même : on sait que c'est la tâche des disciples d'étendre et de généraliser les solutions trouvées par le maître; et comme le disait l'aîné des Bernoulli, qui suivait la marche que nous venons de retracer : *Varignon nous généralisera cela.* A. C.

6. Mémoire sur une classe particulière d'équations résolubles algébriquement; par M. Abel. (*Journal für die reine Mathematik*, par M. Crelle; 3e cah. du Tom. IV. Berlin, 1829.)

Ce beau travail a été annoncé par M. Legendre à l'Académie des sciences dans sa séance du 23 fév. 1829. M. Abel, considérant que la résolution des équations de la forme $x^n - 1 = o$ est fondée sur certaines relations qui existent entre les racines, a généralisé cette remarque en supposant que deux racines d'une équation donnée soient tellement liées entr'elles, que l'une puisse être exprimée rationnellement par l'autre, et il a trouvé que la résolution d'une telle équation peut toujours être ramenée à celle d'un certain nombre d'équations moins élevées. Il a même assigné des cas où l'on peut résoudre algébriquement l'équation donnée elle-même. Pour faire connaître le point de départ de l'auteur et la marche qu'il a suivie, il nous paraît nécessaire de rapporter ici les deux premiers articles de son mémoire.

« Supposons d'abord que deux racines d'une équation irréductible (a) soient tellement liées entr'elles, que l'une puisse être exprimée rationnellement par l'autre. Soit $\varphi x = o$ (1) l'équation proposée du degré μ, x' et x_1 les deux racines liées par l'équation

$$x' = \theta x_1 \qquad (2).$$

θx désignant une fonction rationnelle de x et de quantités con-

(a) Une équation $\varphi x = o$ dont les coefficiens font des fonctions rationnelles d'un certain nombre de quantités connues $a\ b\ c$... est dite *irréductible* lorsqu'il est impossible d'exprimer ses racines par une équation moins élevée dont les coefficiens soient également des fonctions de $a\ b\ c$. (Note de l'auteur.)

nues. x' étant une des racines de l'équation $\varphi x = o$, on aura $\varphi x' = o$ et en vertu de (2)

$$\varphi(\theta x_1) = o.$$

Cette équation aura encore lieu si l'on y met à la place de x une autre racine quelconque de l'équation proposée. C'est ce qui résulte du théorème suivant, que M. Abel démontre dans une note: *Si une des racines d'une équation irréductible $\varphi x = o$ satisfait à une autre équation $f x = o$ où $f x$ désigne une fonction rationnelle de x, cette dernière équation se trouvera encore satisfaite en y mettant au lieu de x une autre racine quelconque de l'équation $\varphi x = o$.*

Donc θx_1 étant une racine de l'équation $\varphi x = o$, $\theta \theta x_1$ le sera aussi; également $\theta \theta \theta x_1$ etc., le seront encore en répétant l'opération désignée par θ un nombre quelconque de fois.

En faisant pour abréger

$$\theta \theta x_1 = \theta^2 x_1 \quad \theta \theta \theta x_1 = \theta^3 x_1 \quad \theta \theta^3 x_1 = \theta^4 x_1 \text{ etc.}$$

on aura la série indéfinie

$$x_1 \quad \theta x_1 \quad \theta^2 x_1 \text{ etc.} \qquad (3)$$

et toutes ces quantités seront des racines de l'équation $\varphi x = o$. Mais comme cette équation n'a qu'un nombre limité de racines différentes, il faut que plusieurs quantités de la série (3) soient égales entr'elles.

Supposons donc, par exemple,

$$\theta^m x_1 = \theta^{m+n} x_1$$

on en tire

$$\theta^n (\theta^m x_1) - \theta^m x_1 = o \ (4);$$

en observant que $\theta^{n+m} x = \theta^n \theta^m x$, le premier membre de l'équation est une fonction rationnelle de $\theta^m x_1$; or $\theta^m x_1$ est une racine de l'équation $\varphi x = o$; donc, en vertu du 1er théorème énoncé plus haut, on pourra mettre dans (4) x_1 au lieu de $\theta^m x_1$, ce qui donnera

$$\theta^n x_1 = x_1 \ (5)$$

On peut supposer ici que n ait la plus petite valeur qu'il puisse avoir, ensorte que toutes les quantités

$$x_1 \ \theta x_1 \ \theta^2 x_1 \ldots \theta^{n-1} x_1 \qquad (6)$$

soient différentes entr'elles.

L'équation (5) donne

$$\theta^k \theta^n x_1 = \theta^k x_1 \text{ ou } \theta^{n+k} x_1 = \theta^k x_1$$

Cette formule fait voir qu'à partir du terme $\theta^{n-1} x_1$ les termes de la suite (3) se reproduiront dans le même ordre. Les n quan-

tités (6) seront donc les seules de la série (3) différentes entr'elles.

Cela posé, si $\mu > n$, soit x_2 une autre racine de l'équation proposée qui ne se trouve pas dans la suite (6), il suit du 1er théorème que toutes les quantités

$$x_2 \quad \theta x_2 \quad \theta^2 x_2 \ldots . \quad \theta^{n-1} \quad x_2 \quad (7)$$

seront également des racines de l'équation proposée. Or, je dis que toutes les quantités de cette suite (7) seront différentes entr'elles et des quantités (6). En effet, ayant $\theta^n\, x_1 - x_1 = o$, on aura, en vertu du 1er théorème, $\theta^n\, x_2 - x_2 = o$, et par suite $\theta^{n+k}\, x_2 = \theta^k\, x_2$, de sorte que les seules quantités de la série (7) qui *pourront* être différentes entr'elles, seront les n premières; or, celles-ci seront nécessairement différentes entr'elles et des quantités (6). En effet, si l'on avait $\theta^m x_2 = \theta^\nu x_2$ où m et ν sont moindres que n, il en résulterait d'après le théorème $\theta^m\, x_1 = \theta^\nu x_1$ ce qui est impossible, puisque toutes les quantités (6) sont différentes entr'elles. Si, au contraire, on avait $\theta^m\, x_2 = \theta^\nu\, x_1$ il en résulterait $\theta^{n-m}\, \theta^\nu \;\; x_1 = \theta^{n-m}\, \theta^m \;\; x_2 = \theta^n \;\; x_2 = x_2$ ou $x_2 = \theta^{n-m+\nu}\, x_1$; c'est-à-dire que la racine x_2 serait contenue dans la série (6), ce qui est contre l'hypothèse.

Le nombre des racines contenues dans (6) et (7) est $2\,n$. Si μ est encore plus grand que $2\,n$, soit x_3 une racine différente des racines (6) et (7), on aura cette nouvelle série de racines:

$$x_3 \quad \theta x_3 \quad \theta^2 x_3 \ldots \theta^{n-1} x_3 \quad (8),$$

et l'on démontrera de la même manière que les n premières seront différentes entr'elles et des racines (6) et (7).

En continuant ainsi jusqu'à ce que toutes les racines de l'équation $\varphi\, x = o$ soient épuisées, on verra que les μ racines de cette équation seront divisées en plusieurs groupes composés chacun de n termes; en nommant m le nombre de ces groupes on aura $\mu = m\, n$, et les racines elles-mêmes seront

$$\begin{array}{lllll}
x_1 & \theta x_1 & \theta^2 x_1 & \ldots & \theta^{n-1}\, x_1 \\
x_2 & \theta x_2 & \theta^2 x_2 & \ldots & \theta^{n-1}\, x_2 \\
x_3 & \theta x_3 & \theta^2 x_3 & \ldots & \theta^{n-1}\, x_3 \quad (9) \\
\ldots & & & & \\
x_m & \theta\, x_m & \theta^2\, x_m & \ldots & \theta^{n-1}\, x_m
\end{array}$$

Si $m = 1$ on aura $n = \mu$, et les μ racines de l'équation $\varphi\, x = o$ seront

$$x_1 \quad \theta x_1 \quad \theta^2 x_1 \quad \ldots \quad \theta^{\mu-1} x_1$$

Dans ce cas, comme on le verra dans la suite, l'équation $\varphi x = o$ est résoluble algébriquement. Mais la même chose n'a pas toujours lieu quand m est plus grand que l'unité. On peut seulement réduire la résolution de l'équation $\varphi x = o$ à celle d'une équation du degré n dont les coefficiens dépendent d'une équation du degré m. En effet, considérons un quelconque des groupes (9), par exemple le 1er, et faisons (10)

$$(x-x_1)(x-\theta x_1)(x-\theta^2 x_1)..(x-\theta^{n-1} x_1) = x^n + A_1 x^{n-1} + B_1 x^{n-2} + .. + G_1 x + H_1 = o$$

les racines de cette équation seront

$$x_1 \quad \theta x_1 \quad \theta^2 x_1 \quad \ldots \quad \theta^{n-1} x_1$$

et les coefficients A_1 B_1 ... H_1 seront des fonctions rationnelles et symétriques de ces racines. Or, on peut faire dépendre ces coefficiens de la résolution d'une seule équation du degré m.

Pour le prouver, considérons en général une fonction quelconque rationnelle et symétrique de x_1 θx_1 $\theta^2 x_1$ ... $\theta^{n-1} x_1$, et soit

$$y_1 = f(x_1, \theta x_1, \theta^2 x_1 \;..\; \theta^{n-1} x_1) \quad (11).$$

cette fonction.

En mettant au lieu de x_1 successivement x_2 x_3 .. x_m, la fonction y_1 prendra différentes valeurs que nous désignerons par y_2 y_3 ... y_m. Cela posé, si l'on forme une équation du degré m

$$y^m + P y^{m-1} + Q y^{m-2} + \ldots + T y + U = o$$

qui ait pour racines y_1 y_2 y_3 .. y_m, je dis que les coefficients de cette équation pourront être exprimés rationnellement par les quantités connues qui se trouvent dans la proposée $\varphi x = o$. En effet, les quantités θx_1 $\theta^2 x_1$ ... $\theta^{n-1} x_1$ étant des fonctions rationnelles de x_1, la fonction y_1 le sera également. Soit $y_1 = F x_1$ nous aurons aussi

$$y_2 = F x_2 \quad y_3 = F x_3 \;..\; y_m = F x_m.$$

Mettant dans (11) successivement θx_1 $\theta^2 x_1$ .. $\theta^{n-1} x_1$ à la place de x_1 et remarquant que $\theta^n x_1 = x_1$ $\theta^{n+1} x_1 = \theta x_1$ etc., la fonction symétrique y_1 ne changera pas de valeur, de sorte qu'on aura

$$y_1 = F x_1 = F(\theta x_1) = F(\theta^2 x_1) = \ldots = F(\theta^{n-1} x_1)$$

Pareillement

$$y_2 = F x_2 = F(\theta x_2) = F(\theta^2 x_2) = \ldots = F(\theta^{n-1} x_2)$$
$$y_m = F x_m = F(\theta x_m) = F(\theta^2 x_m) = \ldots = F(\theta^{n-1} x_m)$$

Élevant chaque membre de ces équations à la $\nu^{ième}$ puissance, on a

$$n y_1^\nu = (F x_1)^\nu + (F \theta x_1)^\nu + \ldots + (F \theta^{n-1} x_1)^\nu$$
$$n y_2^\nu = (F x_2)^\nu + (F \theta x_2)^\nu + \ldots + (F \theta^{n-1} x_2),$$
etc;

et en ajoutant on voit qu'on aura la valeur de la somme $y_1^\nu + y_2^\nu + \ldots + y_m^\nu$ exprimée par une fonction rationnelle et symétrique de toutes les racines de l'équation $\varphi x = o$, par-conséquent cette somme $y^\nu + y_2^\nu + \ldots + y_m^\nu$ pourra être exprimée rationnellement par les coefficiens de φx et de θx, c'est-à-dire par des quantités connues. Il s'ensuit qu'on pourra obtenir rationnellement la valeur de toute fonction symétrique des quantités $y_1\, y_2 \ldots y_m$. On pourra donc évaluer tous les coefficiens de l'équation (10). Ainsi, toute fonction y_1 rationnelle et symétrique de $x_1\; \theta x_1\; \theta^2 x_1 \ldots \theta^{n-1} x_1$ peut être déterminée à l'aide d'une équation du degré *m*. Donc on aura de cette manière les coefficiens de l'équation (10) dont la résolution donnera ensuite la valeur de x_1 etc.

On voit par là qu'on peut ramener la résolution de l'équation $\varphi x = o$, qui est du degré $\mu = m\, n$, à celle d'un certain nombre d'équations des degrés *m* et *n*. Il suffira même, comme nous allons le faire voir, de résoudre une seule équation du degré *m*, et *m* équations du degré *n*.

Soit ψx_1 un quelconque des coefficiens $A_1\, B_1 \ldots H_1$ et faisons

$$t_\nu = y_1^\nu \psi x_1 + y_2^\nu \psi x_2 + \ldots + y_m^\nu \psi x_m \quad (12)$$

Puisque $y_1^\nu \psi x_1$ est une fonction symétrique des quantités $x_1\; \theta x_1 \ldots \theta^{n-1} x_1$ on aura, en remarquant que $\theta^n x_1 = x_1$ $\theta^{n+1} x_1 = \theta x_1$ etc.

$$y_1^\nu \psi x_1 = (F x_1)^\nu \psi x_1 = F(\theta x_1)^\nu \psi \theta x_1 = \ldots = (F \theta^{n-1} x_1)^\nu \psi \theta^{n-1} x_1$$

d'où

$$y_1^\nu \psi x_1 = \tfrac{1}{n} \cdot \{ (F x_1)^\nu \psi x_1 + F(\theta x_1)^\nu \psi \theta x_1 + \ldots + (F \theta^{n-1} x_1)^\nu \psi \theta^{n-1} x_1 \}$$

On trouvera de semblables expressions pour $y_2^\nu \psi x_2$, $y_3^\nu \psi x_3$, ... $y_m^\nu \psi x_m$ en mettant $x_2\; x_3 \ldots x_m$ à la place de x_1. En substituant ces valeurs, on voit que t_ν deviendra une fonction rationnelle et symétrique de toutes les racines de l'équation $\varphi x = o$, puisqu'on aura

$$t_\nu = \frac{1}{n} \cdot \Sigma . (F x)^\nu \psi x.$$

Donc on pourra exprimer rationnellement t_ν par des quantités connues.

Cela posé, en faisant $\nu = o, 1, 2, 3 \ldots m-1$, la formule (12) donnera

$$\psi x_1 + \psi x_2 + \ldots + \psi x_m = t_0$$
$$y_1 \psi x^1 + y_2 \psi x_2 + \ldots + y_m \psi x^m = t_1$$
$$y^2 \psi x_1 + y_2^2 \psi x_2 + \ldots + y_m^2 \psi x_m = t_2$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$y_1^{m-} \psi x_1 + y_2^{m-1} \psi x_2 + \ldots + y_{m-1}^{m} \psi x_m = t_m$$

M. Abel tire de ces équations par un procédé connu, la valeur de ψx_1 exprimée par une fonction rationnelle de y_1 et de quantités connues; et il en conclut que tous les coefficiens $A_1\ B_1 \ldots H_1$ de l'équation (10) peuvent être exprimés rationnellement par une même fonction y_1 qui dépend d'une équation du degré m. Les racines de l'équation (10) sont $x_1\ \theta x_1 \ldots \theta^{n-1} x_1$. En remplaçant dans les coefficiens $A_1\ B_1 \ldots$ de cette équation (10) y_1 par $y_2\ y_3 \ldots y_m$, on obtiendra $m-1$, autres équations dont les racines seront celles des autres groupes (9). *Donc l'équation proposée $\varphi x = o$ peut être décomposée en un nombre m d'équations du degré n, et les coefficiens de chacune sont des fonctions rationnelles d'une même racine d'une seule équation du degré m.*

Dans son 3e §, M. Abel s'occupe du cas où $m = 1$ et $\mu = n$. Dans ce cas, les racines de l'équation $\varphi x = o$ sont $x_1\ \theta x_1\ \theta^2 x_1 \ldots \theta^{\mu-1} x_1$ et l'auteur fait voir que *toute équation dont les racines peuvent être exprimées de cette manière est résoluble algébriquement.* Nous ne pouvons qu'indiquer la méthode par laquelle il parvient à l'expression des racines; méthode imitée de M. Gauss. Quelque soit le nombre μ premier ou non, on peut toujours trouver une racine α de l'équation $x^\mu - 1 = o$, telle que toutes les racines seront représentées par $\alpha\ \alpha^2\ \alpha^3 \ldots \alpha^\mu$. Il établit que l'expression suivante

$$v = (x_1 + \alpha\theta x_1 + \alpha^2\theta^2 x_1 + \ldots + \alpha^{\mu-1} \theta^{\mu-1} x_1)^\mu$$

est une fonction rationnelle et symétrique des racines de l'équation $\varphi x = o$, et qu'ainsi elle peut être évaluée en quantités connues. Il pronve qu'il en est de même du produit

$$x + \alpha^{2k} \theta^2 x_1 + \ldots + \alpha^{(\mu-1)^k} \theta^{\mu-1} x_1)(x_1 + \alpha\theta x_1 + \alpha^2\theta^2 x_1 + \ldots + \alpha^{\mu-1} \theta^{\mu-1} x_1)^{\mu-}$$

En désignant par a_k la valeur de ce produit, et par A la somme

des racines de l'équation $\varphi x = o$, il obtient pour l'expression générale de ces racines

$$x = \frac{1}{\mu}\left\{ -A. + \sqrt[\mu]{u} + \frac{a_2}{u}(\sqrt[\mu]{u})^2 + \frac{a_3}{u}(\sqrt[\mu]{u})^3 + .. + \frac{a_{\mu-1}}{u}(\sqrt[\mu]{u})^{\mu-1}\right.$$

Cette formule donne toutes les racines de $\varphi x = o$ lorsqu'on met pour le radical $\sqrt[\mu]{u}$ ses μ valeurs.

M. Abel déduit de là que *si deux racines d'une équation irréductible dont le degré est un nombre premier, sont telles, que l'une puisse être exprimée rationnellement par l'autre, cette équation sera résoluble algébriquement.*

Lorsque tous les coefficiens de φx et de θx sont réels, les racines de l'équation $\varphi x = o$ prennent une forme remarquable, qui fait voir que, pour résoudre dans ce cas l'équation $\varphi x = o$, il suffit de diviser la circonférence entière du cercle en μ parties égales, d'extraire la racine carrée d'une seule quantité (qui est une fonction symétrique des racines), et de diviser un certain angle (dont le sinus et le cosinus sont aussi des fonctions symétriques) en μ parties égales. De plus, les racines doivent être ou toutes réelles ou toutes imaginaires.

M. Abel démontre ensuite, en employant la méthode que M. Gauss a donnée pour les équations à deux termes $x^n - 1 = o$, que *si le degré μ est égal au produit $m_1\ m_2\ m_3\ ..\ m_n$, la résolution de l'équation $\varphi x = o$ sera ramenée à celle de n équations successives des degrés $m_1\ \ m_2\ \ m_3\ ...\ m_n$* Cette décomposition peut être faite de différentes manières : il en donne un exemple en prenant $\mu = 30$. Il conclut de là comme corollaire le théorème suivant : *Si les racines d'une équation du degré 2^i peuvent être représentées par $x_1\ \ \theta x_1\ \ \theta^2 x_1\ \ ...\ \ \theta^{2i-1}\ x_1$, cette équation pourra être résolue par l'extraction de i racines carrées.* Ce théorème appliqué à l'équation $\frac{x^{2^i+1} - 1}{x - 1} = o$, où $2^i + 1$ est un nombre premier, donne celui de M. Gauss pour le cercle.

Dans son § 4, M. Abel établit ces propositions d'une très-grande généralité : *Si les racines d'une équation d'un degré quelconque sont telles que toutes ces racines puissent être exprimées rationnellement au moyen de l'une d'elles qui est désignée par x, et si de plus en désignant par θx et χx deux autres quelconques*

de ces racines, on a $\theta\chi_1 x = \chi_1 \theta x$, *l'équation proposée sera résoluble algébriquement.*

Si cette même équation est irréductible et son degré exprimé par $a^\alpha b^\beta c^\gamma \ldots e^\varepsilon$, $a, b, c \ldots e$ *étant des nombres premiers, on pourra réduire la résolution de cette équation à celle de* α *équations du degré* a, *de* β *équations du degré* b, *de* γ *équations du degré* c, *etc., qui seront toutes résolubles algébriquement.*

Le 5[e] et dernier § du mémoire renferme l'application de cette théorie aux fonctions circulaires. C. S.

ASTRONOMIE.

7. Observations astronomiques faites en 1822, 1823, 1824 et 1825, a l'Observatoire royal de Turin, précédées d'un Mémoire sur les réfractions astronomiques; par J. Plana. Turin, 1828. (Tome XXXII des Mémoires de l'Académie royale de cette ville).

La plus grande partie de ce volume in-4° est composée de tableaux en 516 pages, donnant le détail des observations faites dans les quatre années ci-dessus énoncées : ce sont des distances zénithales prises avec un cercle méridien de trois pieds de diamètre, construit par Reichenbach, et les passages observés à la lunette méridienne. Ce travail, extrêmement soigné, échappe entièrement à l'analyse, parce qu'il ne contient que des chiffres utiles aux astronomes.

M. Plana publie, en outre, un mémoire sur les réfractions astronomiques. Son but est de comparer les différentes formules imaginées par divers savans pour calculer ces petites déviations de la lumière, en traversant l'atmosphère. Comme la plupart de ces formules sont empiriques, il est curieux de les rapprocher de celle de Laplace, qui est établie sur l'état physique de l'air, et sur les expériences les plus précises. M. Plana fait voir ce que chacune de ces équations a d'exact, et en quoi elle pèche. Il montre que ces théories rentrent les unes dans les autres, et ne sont que des formes différentes données à la même idée. Déjà, dans une note intéressante sur les réfractions astronomiques, à la fin de l'histoire de l'astronomie au 18[e] siècle, par Delambre, M. Mathieu avait démontré que Bouguer a pré-

cédé Simpson de 14 ans dans la découverte de la formule qui porte le nom de ce dernier. M. Plana reprend ce sujet, et étend ses réflexions jusqu'aux méthodes de Cassini, de D. Bernoulli, de Tobie Mayer, de MM. Ivory, Bessel et Kramp. L'auteur termine par conclure « qu'il existe plusieurs formules d'une forme différente, capables de donner la mesure de la réfraction astronomique, depuis le zénith jusqu'à l'horizon. La petite divergence que ces formules présentent lorsqu'on les compare entre elles, ne se fait sentir qu'après 80 degrés de distance au zénith. Mais il faut avouer que la valeur absolue de ces différences n'est pas assez grande pour qu'on puisse la regarder comme incompatible avec les résultats fournis par l'observation même. Ainsi, en considérant isolément le problème de la réfraction, il serait au moins difficile de trouver dans les faits observés des motifs suffisans pour exclure et choisir. Sans la découverte de la véritable loi qui règle le décroissement de la chaleur à mesure qu'on s'élève au-dessus de la surface de la terre, il me paraît impossible de faire cesser l'espèce de multiplicité de formules qu'offre la recherche d'une fonction de la distance du zénith propre à exprimer la réfraction astronomique. »

Ce beau mémoire ne peut qu'ajouter à la réputation de M. Plana. Déjà, dans le Tome XXVII des volumes de l'Académie des sciences de Turin, l'auteur avait montré qu'on peut intégrer l'expression différentielle de la réfraction, en conservant autant de termes que l'on veut dans l'expression analytique de la densité des couches, censée développée et représentée par le produit d'une exponentielle et d'une fonction rationnelle de la distance à la surface de la terre. Ce résultat général ainsi obtenu, comprend, comme cas particuliers, ceux de Kramp et de Laplace; M. Plana montre que la théorie de M. Ivory s'y trouve aussi comprise. FRANCOEUR.

8. CONSTRUCTION D'UNE CARTE CÉLESTE PROPOSÉE PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN, ET EXÉCUTÉE A FLORENCE; par le prof. G. INGHERAMI. (*Antologia*, etc.; nov. et déc. 1828. Revue litt.; p. 142).

On a fait de nombreuses tentatives pour construire des cartes célestes, mais sans succès, parce que l'on manquait de direc-

tion dans les travaux, et de moyens d'exécution. On a pensé plus tard que, pour obtenir des cartes célestes complètes, il fallait déterminer d'abord par des observations méridiennes le plus grand nombre d'étoiles possible, afin de rapporter à leurs positions celles de toutes les autres.

Mais ces observations, même souvent répétées, ne peuvent donner l'assurance que la position de toutes les étoiles qui doivent être comprises dans la sphère d'action des instrumens de la vision artificielle, sera parfaitement déterminée. L'histoire céleste contient aussi un trop petit nombre d'étoiles pour servir de base à des cartes que l'on voudrait présenter comme complètes, en ne considérant même que les moyens d'exploration que l'on possède actuellement. On a donc senti la nécessité d'une série nouvelle et plus nombreuse d'observations méridiennes : elles ont été récemment entreprises à l'Observatoire de Kœnigsberg, sur une zône qui s'étend de 15° à + 15° de déclinaison, et ont déjà servi à déterminer la position de 32,000 étoiles.

C'est avec ces matériaux que l'Académie de Berlin a proposé, le 1er novembre 1825, à tous les astronomes, de concourir pour la confection d'un atlas céleste complet, qui serait divisé en 24 feuilles, et aurait pour base la zône de 30° en déclinaison dont il a été parlé ci-dessus. Chaque feuille devait comprendre une heure d'ascension droite, plus les 4 minutes antérieures et les 4 minutes postérieures, et cela afin que le travail entier fût mieux lié.

Le but de l'Académie de Berlin était d'obtenir une connaissance du ciel aussi parfaite que le permet l'état actuel des instrumens d'observation. Que si Flamsteed avait dû se borner à faire des cartes qui ne présentaient que des étoiles de la 5e et 6e grandeur, il fallait maintenant arriver à des étoiles de la 9e et même de la 10e, surtout lorsque ces petits astres ne seraient pas trop rapprochés d'autres plus grands.

De pareilles cartes devant fournir le moyen de voir au premier coup-d'œil si, dans une région donnée du ciel, il existe un astre qui n'a pas encore été observé, il y a lieu d'espérer qu'on découvrira plus souvent des comètes et d'autres planètes, si toutefois il en reste encore d'inconnues dans notre système solaire; et en outre la position de toutes les étoiles visibles

étant mieux déterminée par les télescopes, il sera plus facile de reconnaître à l'avenir la place de toute comète qui se manifesterait dans la partie du ciel qui serait soumise à une exploration aussi exacte. Ce travail important devait être achevé le 1er janvier 1829.

Le célèbre astronome Inghcrami, connu dans le monde savant par beaucoup de travaux utiles, a été invité à concourir à la formation de l'atlas demandé par l'Académie. Pour rendre hommage à ses talens, l'Académie lui a assigné la 18e heure. C'était la plus difficile, car elle contient la plus grande partie de la Voie Lactée comprise entre la zône de + 15° et — 15° de déclinaison. La clarté du ciel de l'Italie et la perfection des instrumens de l'Observatoire des Écoles *pies* favorisaient l'observation. M. Ingherami a terminé son travail avant ses collègues. Nous sommes fâchés de ne pouvoir rendre compte de la méthode qui l'a conduit si promptement au succès le plus brillant. Nous ne la connaissons pas, et en attendons la publication. Nous nous bornons à dire que la carte envoyée de Florence contient environ 7,500 étoiles, dont 1,500 seulement se trouvent dans les catalogues de Bradleg, de Piazzi, de Lalande ou de Bessel. Toutes les autres appartiennent à M. Ingherami, qui les a découvertes par des moyens d'observation réguliers. Nous savons aussi qu'il a rectifié la position d'un assez grand nombre d'étoiles mal indiquées dans les catalogues dont il vient d'être fait mention. C'est encore un fruit très-précieux de ses recherches.

Immédiatement après M. Ingherami est venu M. Harding, à qui l'Académie avait confié le travail de la 15e heure. Mais sa carte ne contient que 3000 étoiles. Chose étonnante, car M. Harding, qui a déjà publié un atlas, devait être plus expérimenté que M. Ingherami.

Nous ignorons jusqu'à présent le nombre des étoiles qu'ont observées les astronomes qui s'occupent des 22 heures restantes. Mais la comparaison que nous avons déjà établie entre les deux cartes qui contiennent la 15e et la 18e heure, nous fait espérer que l'astronome de Florence sera autant admiré par l'importance de son travail, qu'il a mis de conscience à l'exécuter. C. R.

9. **Kata Sankalita; a collection of memoirs, etc. — Collection des mémoires sur l'astronomie chronologique indienne; par le lieutenant-colonel John Warren. In-4° de 557 pag. Madras, 1825; imprim. du collége.**

L'auteur, Français de naissance, mais au service d'Angleterre depuis 1791, avait d'abord pour but d'expliquer le calendrier tamoul; mais ce dernier étant basé sur des traités écrits en sanscrit, M. Warren étendit son travail, en lui conservant toutefois sa forme primitive, ce qui en rend la lecture assez fatigante. On a cru s'apercevoir, bien que les théories soient toutes tirées de livres sanscrits, qu'il y a eu des notions étrangères mêlées à ce fond, ce qui diminue, sous de certains rapports, le mérite littéraire de ce travail. De plus, l'auteur, de son propre aveu (p. 351), ne connaissant pas le sanscrit, a dû s'en rapporter ou à des travaux précédens de *Davis*, ou à des pandits du pays dont on n'est pas toujours sûr de tirer des notions certaines, comme les exemples de *Bentley*, et surtout de *Wilford*, le prouvent.

Les Indiens aiment, en toutes choses, les chiffres poussés à l'excès, peut-être parce qu'ils supposaient qu'ils en seraient moins sujets à l'erreur; ils ont eu la patience de calculer le nombre des jours, et peut-être même des minutes, contenu dans le grand période astronomique (*Mahajug*) de 4,320,000 années; et l'auteur se plaint de ce que les logarithmes devenant tout-à-fait inutiles, il faille à tout instant recourir à la règle de trois (*Treirasika*), aussi longue qu'ennuyeuse.

La 1re partie de l'ouvrage contient l'exposition de l'année solaire en usage chez les Tamouls. Cette année est partagée en 6 saisons (*ritu*), dont chacune contient 2 mois; les jours sont de deux sortes: le *Savan* se compose du temps écoulé entre 2 levers du soleil, et le *Saura* comprend le temps que met le soleil à décrire un degré de l'écliptique. L'année civile admettant, comme chez nous, des jours intercalaires, les astronomes ont tâché de remédier à cet inconvénient en divisant l'année en 2 parties inégales, où les fractions des jours se trouvent comprises. La durée du Savan a été diversement évaluée à 365 jours, 6′, 12″, 30‴ à 36″, 34‴, ou à 12″ 36‴. Les tables que l'auteur a ajoutées à son traité supposent le premier méridien à *Avanti*,

que l'on croit être *Oudjein*, ou plutôt à *Sanka* (1), une des 4 villes imaginaires que les Indiens placent sous l'équateur à 90° de distance. D'autres astronomes prennent pour point de départ la petite île de *Ramissuram* (2), située entre Ceylan et la Terre ferme, à 9° 18″ 7‴ lat. sept., célèbre par son observatoire et par une ancienne pagode.

La seconde partie, contenant l'année luni-solaire, était sans contredit la plus difficile à traiter, et l'auteur avoue que souvent il était réduit à deviner avant de pouvoir démontrer; l'obscurité de ce calendrier est telle, que M. Warren pense que ses auteurs l'ont fait à dessein de dérober le secret de leurs principes à l'astronome aussi bien qu'au chronologiste; aussi *Jones*, qui s'était occupé précédemment de ce sujet, s'était contenté de l'effleurer (3). L'année commence par la nouvelle lune qui précède l'année solaire; elle se partage en 12 mois auxquels on ajoute, au besoin, un 13ᵉ; chacun de ces mois est divisé en 2 *Pakcha*, dont le 1ᵉʳ est nommé *Jakla* ou *Joutcha* (éclairé), et l'autre *Krichna* ou *Bakoula* (sombre); chaque *Pakcha* contient 15 *Tidhi* ou jours lunaires de 23 heures 37′ 27″ et $\frac{1}{5}$; l'année solaire en contient 371. Suit l'exposé de la gnomonique indienne, où l'auteur a étendu les découvertes de *Davis*, et l'exposition du système des intercalations pour accorder cette année, ainsi construite, avec l'année solaire. Il est vrai que l'auteur, dans cette exposition, est sorti de son sujet, son but étant l'utilité pratique, et l'année luni-solaire a cessé d'être en usage, excepté dans le *Tellinga;* mais des recherches sur des antiquités sont toujours sûres d'être bien reçues en Europe.

Vient ensuite la triple exposition du cycle sexagésimal de Jupiter (*Urihaspati Tchakra*), qui n'a jamais beaucoup servi en astronomie, mais très-fréquemment en chronologie, et l'auteur a consacré une quarantaine de pages (245-289) à donner des règles générales accompagnées d'exemples, destinées à faire voir la manière de calculer la date quelconque d'un ancien monument indien.

M. Warren a ajouté un traité sur l'année musulmane d'après

(1) 75° 53′ 15″ E. de Greenwich. 73° 33′ 0″ E. de Paris.

(2) 79° 22′ 5″ Gr. 77° 1′ 5″ Paris.

(3) Voyez le Mémoire sur l'année lunaire des Hindous, *Asiatic Research.*, Tom. III, p. 257-293, édit. de Calcutta.

des autorités un peu anciennes; cette partie ne saurait être d'aucun usage en Europe, où l'on possède les travaux d'*Ideler* et de *Naroni* à ce sujet; mais aux Indes les livres scientifiques sont très-rares, et on aime à trouver réuni dans un volume tout ce qui se rapporte au même sujet.

PHYSIQUE.

10. OBSERVATIONS RELATIVES A L'INFLUENCE DU FER SUR L'AIGUILLE AIMANTÉE DE LA BOUSSOLE, par le capitaine-commodore KRUSENSTERN. — Rapport du 16 janvier 1825. (*Zapisski izdavaiémouïa gossoudarstvennime admiraltéiskimme départamentomme.* — Mémoires publiés par le département impérial de l'amirauté; Tom. VIII, p. 460, 1825).

Ces observations ont été faites à bord du brick l'Olympe, et avec une boussole de Gilbert, acquise à cet effet par le gouvernement russe. Deux inconvéniens se présentèrent, dit M. Krusenstern, pour remplir exactement le but que s'était proposé l'amirauté: le premier était de pouvoir rencontrer sur la côte un endroit où il n'y eût point du tout de fer, la rade de Cronstadt se trouve de tous côtés entourée de batteries; le lieu qu'il fut obligé de choisir n'étant pas assez éloigné des batteries pour empêcher le fer d'agir sur l'aiguille aimantée de la boussole, ce métal a dû nécessairemant influer sur l'exactitude de ses observations. M. Krusenstern conclut de là que si l'on veut obtenir des résultats certains sur ce phénomène dans le port de Cronstadt, il est indispensable d'avoir un téodolithe pour faire les observations sur le rivage même, ou bien faire en sorte que le bâtiment destiné à cet usage soit, autant que la profondeur du golfe pourra le permettre, plus rapproché d'Oranienbaum, ou du moins du bout du canal. Le second inconvénient, c'est que le bord du brick l'Olympe est tellement élevé, qu'il n'a pu trouver d'autre place pour ses boussoles que la cahute, où l'action du fer dont le vaisseau est chargé, peut encore avoir moins d'influence que partout ailleurs.

Observations ayant pour but de connaître l'influence locale du fer sur l'aiguille aimantée, faites par M. Krusenstern, *à bord du brick l'Olympe, le* 1er *juillet* 1824.

Roumboui du brick.			Pelongui de l'endroit du rivage, pris d'après la boussole de Gilbert.		Pelongui pris du rivage, d'après la boussole d'Azimuth.		Différence.		
N.	49°	Est..	N. 25°	40' E..	S. 29°	15' O..	+	3°	35'
N.	53	E....	...25	40....	...29	45....	+	4	5
N.	63	E....	...25	40....	...29	15....	+	3	55
N.	73	E....	...25	40....	...31	15....	+	5	35
S.	86	E....	...26	00....	...31	15....	+	5	15
S.	70	E....	...26	20....	...31	15....	+	4	55
S.	55	E....	...27	20....	...31	45....	+	4	25
S.	45	E....	...27	40....	...31	45....	+	4	5
S.	35	E....	...28	20....	...31	15....	+	2	55
S.	27	E....	...28	40....	...31	15....	+	2	25
S.	15	E....	...29	20....	...31	15....	+	1	55
S.	4	E....	...30	00....	...30	15....	+	0	15
S.	9	O....	...30	20....	...29	45....	—	0	35
S.	25	O....	...30	20....	...29	30....	—	0	50
S.	33	O....	...30	40....	...29	45....	—	0	55
S.	66	O....	...31	00....	...29	00....	—	2	00
S.	86	O....	...31	00....	...29	00....	—	2	00
S.	78	O....	...30	45....	...28	45....	—	2	00
N.	70	O....	...31	20....	...28	45....	—	2	35
N.	60	O....	...30	40....	...28	30....	—	1	10
N.	51	O....	...30	40....	...28	45....	—	2	55
N.	45	O....	...31	00....	...28	45....	—	2	15
N.	36	O....	...30	20....	...28	15....	—	1	5
N.	25	O....	...29	40....	...28	15....	—	1	25
N.	20	O....	...28	40....	...28	15....	—	0	25
N.	9	O....	...26	40....	...27	30....	+	0	50
N.	3	O....	...26	40....	...27	45....	+	1	5

11. Mémoire sur les différentes températures que prennent les liquides et les solides plongés dans l'atmosphère; par C. Botelho de Lacerda. (*Memorias da Academia*, etc. *da Lisboa*, Tome V, partie 2e, 1818.)

Ce mémoire renferme les résultats numériques de plusieurs séries d'expériences faites sur un très-grand nombre de liquides et solides placés dans l'air, au soleil ou à l'ombre.

L'auteur a déterminé en degrés du thermomètre de Fahren-

heit les températures qu'ont prises ces différentes substances, soit après dix minutes, soit après une heure. Les unes ont été supérieures à celle de l'air, les autres inférieures, et quelques-unes égales.

12. Nouveau Gravilomètre, ou Instrument pour déterminer la pesanteur relative des diverses parties de la surface de la terre; par le commandeur Forman. Extrait d'une lettre au président de la Société royale de Londres. (*Mechan. Magaz.*; n° 286, 1829, p. 428.)

Persuadé que la durée des oscillations du pendule pouvait être affectée par les variations de l'état atmosphérique, M. Forman a cherché à construire un instrument qui pût mesurer les densités respectives des diverses parties de la terre, sans être affecté par aucun changement dans l'état de l'atmosphère. Voici de quelle manière il explique lui-même les considérations qui l'ont conduit à la construction de cet instrunment.

« Il est bien connu que les corps creux peuvent flotter à une profondeur quelconque dans l'eau, en augmentant ou en diminuant leur poids; parce qu'un corps flottera toujours à la profondeur où le poids de son volume entier est exactement égal à celui d'un pareil volume d'eau; or, comme l'eau est compressible, le poids d'un volume égal d'eau augmente avec la profondeur, et, par conséquent, un corps qui ne flotterait pas à la surface de l'eau, flottera au-dessous, si son poids est moindre que celui d'un volume égal d'eau, à une certaine profondeur.

« C'est sur ce principe qu'est construit le gravilomètre. Soit un tube de métal très-fort, d'environ 5 pieds de long, d'un pouce $\frac{1}{2}$ de diamètre, et fermé par le bas. On pratique le long de ce tube deux ouvertures de quatre pieds de longueur et d'un pouce de largeur, dans lesquelles on ajuste 2 lames de verre, avec la plus grande solidité, pour éviter qu'elles ne soient chassées au-dehors par la pression intérieure. On place dans le tube un flotteur en métal creux, et d'un poids tel qu'il ne pourrait flotter qu'à la profondeur de quatre-cents pieds dans l'eau. On recouvre alors le tube d'un couvercle à vis, qui ne laisse aucun passage à l'eau, et qui n'est pas non plus susceptible de céder à la pression intérieure. On remplit alors le tube d'eau, et, à

travers un trou pratiqué dans le couvercle, on introduit une tringle de métal qui joigne parfaitement, ce qu'on obtient au moyen d'une boîte à étoupes. On place alors sur cette tringle un poids égal à celui d'une colonne d'eau du diamètre intérieur du tube et de quatre-cents pieds de hauteur, ce qui, pour le diamètre d'un pouce et demi donné au tube, ferait un poids d'environ 168 kil. Ce poids, en forçant la tringle à pénétrer dans le tube, donnera à l'eau qu'il contient la même densité qu'elle aurait à la profondeur de 400 pieds, et par conséquent le poids du flotteur et celui d'un égal volume d'eau seront exactement les mêmes. On démonte et on rétablit successivement alors l'appareil, pour augmenter le poids du flotteur, jusqu'à ce qu'il flotte à environ un pied au-dessus de l'extrémité inférieure des lames de verre. Lorsqu'on y est parvenu, on fixe solidement la tringle dans la position qu'elle occupe, et l'on retire les poids qui deviennent inutiles.

« La densité du liquide ainsi réduit à un plus petit volume que celui qu'il occupe dans son état naturel, ne peut être affectée par aucun changement dans l'attraction terrestre; mais comme le flotteur peut l'être, il deviendra plus ou moins pesant avec les variations qui pourront survenir dans cette attraction, et, par conséquent, son abaissement ou non élévation dans le tube indiquera le changement survenu. Supposons, par exemple, que la pression exercée au-dessus du flotteur soit égale à celle qu'éprouve l'eau à la profondeur de 400 pieds ou de 4,800 pouces. Un changement de $\frac{1}{4800}$ survenu dans la pesanteur du flotteur, le fera monter ou descendre d'un pouce dans le tube, et un changement de $\frac{1}{19200}$ le ferait également varier d'un quart de pouce et ainsi de suite. On pourra facilement apprécier des variations beaucoup plus petites, en gravant une graduation sur l'une des lames de verre.

Le mémoire de l'auteur est accompagné d'une figure où sont représentées toutes les parties de son appareil.

Nous ne nous prononcerons point sur le mérite de cet instrument parce que toutes les observations de son inventeur ont pu ne pas être transcrites dans le *Mechanic's Magazine* auquel nous en empruntons la description; mais nous aurions été bien aise de savoir sur quels principes M. Forman se fonde pour avancer

que la densité du flotteur, qui est soumis à la même pression que le liquide qui l'environne, pourra être affectée par les variations de l'attraction terrestre, lorsque celle du liquide se trouve soustraite à cette influence. BOQUILLON.

13. PROJET D'UNE SÉRIE D'EXPÉRIENCES, tendant à construire, comme instrument national, un grand télescope réfringent, avec une lentille fluide concave, au lieu de la lentille ordinaire de flint-glass; adressé à S. A. R. le lord grand-amiral et aux membres du Bureau de longitude, par P. BARLOW, F. R. S., etc. (*Edinb. New Philos. Journ.*; janv.-avril 1828, p. 323.)

Les nombreux essais que l'on a faits depuis long-temps pour remplacer le flint-glass par divers fluides (1), n'ont conduit, jusqu'à ce jour, à aucun résultat satisfaisant. Cette circonstance pourrait élever des préventions défavorables sur les nouveaux essais dont il s'agit, mais la sagacité de M. Barlow et l'esprit d'invention dont il a fait preuve dans plusieurs recherches importantes, doivent donner aux physiciens des espérances de succès. La construction que propose M. Barlow se distingue surtout par la nature du fluide et par la position de la lentille qui le contient.

Le fluide est du carbure de soufre. Comparé au flint-glass, son rapport de réfraction est à peu près le même, tandis que son pouvoir dispersif est un peu plus que double.

La lentille fluide est concave, elle se place derrière l'objectif ordinaire à peu près à égale distance entre cet objectif et son foyer principal. Cette disposition, qui ne serait pas possible avec un fluide moins dispersif que le carbure de soufre, promet de grands avantages, puisqu'un objectif ordinaire pourrait être achromatisé par une lentille fluide d'environ 6 p. de diamètre. Mais il y a aussi un grand danger à redouter, c'est la limitation du champ de l'instrument. Au reste, la théorie ne peut pas tant prévoir dans une question aussi délicate, il faut de nombreuses expériences pour la résoudre, et ces expériences ne tarderont pas sans doute à être publiées, puisque M. Barlow a déjà construit, sur ces principes, un télescope de 3 pouces d'ouverture, avec

(1) Dans la construction des grands télescopes.

lequel il a pu distinguer nettement ε de la Lyre, ζ des Verseaux, α d'Hercule, etc. P.

14. Mémoire sur les pouvoirs neutralisans de différens corps simples, déduits de leurs proportions en poids dans les composés neutres qui en sont formés; par M. Avogadro. (*Mémoir. de l'Acad. R. de Turin*; Tom. 34.) Extrait.

Dans différens mémoires dont j'ai donné un extrait dans ce *Bulletin* (février 1827), j'avais tâché de déterminer numériquement le rang que les différens corps occupent dans la série électro-chimique, de laquelle dépendent tous leurs rapports d'affinité, en partant de quelques-unes de leurs propriétés physiques, et particulièrement de leur chaleur spécifique à l'état de gaz. J'avais nommé *nombres affinitaires* les nombres qui expriment ce rang pour les différens corps, en prenant pour unité celui qui appartient à l'un d'entr'eux, et qui, selon mes idées théoriques, auraient aussi représenté leur affinité pour le calorique. Les corps auxquels j'ai attribué le nombre affinitaire plus grand sont ceux qu'on appelle *électro-positifs* par rapport aux corps qui en ont un plus petit, et ceux-ci sont dits *électro-négatifs* par rapport aux premiers. J'avais montré comment ces nombres étant une fois connus, on en pouvait déduire les pouvoirs neutralisans acides ou alcalins des substances auxquelles ils appartiennent, ces pouvoirs n'étant que leurs distances à un point déterminé de cette échelle, qu'on appelle la *neutralité*, savoir au point où se trouvent les corps qui n'exercent aucune action sur les couleurs végétales par lesquelles on juge de l'acidité ou de l'alcalinité, quoique leur solubilité dans l'eau leur permette d'exercer cette action. Ces distances peuvent s'exprimer en prenant pour unité celle de l'un d'entr'eux, en les distinguant par le signe négatif ou positif, selon que les substances dont il s'agit se trouvent d'un côté ou de l'autre de ce point, c.-à-d. qu'elles sont acides ou alcalines, ou plus généralement *oxigéniques* ou *basiques* (1). J'avais, au reste, fait remarquer que

(1) Le nom de substances *oxigéniques*, que j'ai supposé depuis longtemps, comme l'opposé de celui de *basiques* me paraît toujours propre à indiquer les substances, qui ont un pouvoir acide, et qui par là tendent en général à communiquer à leurs composés les propriétés acides, lors même que leur trop de cohésion, ou leur élasticité à l'état libre, les em-

ces pouvoirs neutralisans, ou distances au point de la neutralité, auraient pu être déterminées directement, d'après le principe de Berthollet, par les quantités relatives de ces substances en poids, propres à former un composé neutre, si l'influence de la masse des molécules ou atômes dans les combinaisons ne laissait pas quelque chose d'indéterminé dans la position du point de la neutralité, et ne pouvait donner à plusieurs composés une neutralité *apparente,* en empêchant l'action de leurs principes sur les matières colorantes qui servent de réactifs pour en juger, quoiqu'ils soient encore, dans l'échelle électro-chimique, au-dessus ou au-dessous du point précis de la neutralité *vraie;* et même qu'on pouvait éluder cette difficulté, en se servant pour ces déterminations, relativement à chaque substance, d'un nombre un peu considérable de composés neutres, qui auraient fourni des résultats différens, et en prenant une moyenne entre ces résultats, dont les erreurs en plus et en moins se compenseraient ainsi mutuellement par approximation. Mais la difficulté de trouver un nombre suffisant de ces composés pour chaque substance, et les grands écarts que j'avais remarqués dans les résultats, lorsqu'on combinait pour cela les équations fournies par plusieurs composés contenant plusieurs substances à la fois, pour augmenter le nombre de composés à employer, m'avait détourné pour lors de faire usage de ce moyen.

Cependant, en réfléchissant ensuite sur la circonstance que la grandeur des écarts, dans le cas dont je viens de parler, devait être compensée par la multiplicité des combinaisons possibles des équations entr'elles, et m'étant convaincu par quelques essais qu'on pouvait, en effet, parvenir par ce moyen à des évaluations assez d'accord entr'elles, je crus ne devoir pas le négliger, et je résolus d'entreprendre cette détermination des pouvoirs neutralisans par les seules considérations chimiques, en rassemblant le plus grand nombre possible de composés neutres pour quelques-unes des substances simples, et en combinant les équations par la méthode des moindres carrés des erreurs, comme propre à donner les résultats les plus probables de leur réunion. C'est là le sujet principal du mémoire dont je donne ici l'extrait.

pèche d'exercer leur action sur les réactifs par lesquels on juge de l'acidité, ce dont l'oxigène nous fournit lui-même un exemple.

Les considérations indiquées ne sont pas de nature à donner par elles-mêmes les nombres absolus, d'où les pouvoirs neutralisans dépendent, selon les idées que j'ai rappelées ci-dessus; mais la connaissance de ces pouvoirs ou des distances des différens corps à un point déterminé de l'échelle des nombres affinitaires, n'en est pas moins intéressante en elle-même, et susceptible d'application immédiate aux phénomènes chimiques. C'est ainsi qu'on peut se contenter de connaître la température des corps en degrés au-dessus ou au-dessous du point de la glace fondante, quelle que soit la température vraie qui répond à ce point, ou la distance au zéro absolu de la chaleur. D'ailleurs, en comparant ces pouvoirs neutralisans avec les déterminations des nombres affinitaires absolus, et par-là des pouvoirs neutralisans mêmes, que nous avions obtenues dans les mémoires cités précédens, par des considérations d'un genre différent, on peut vérifier si ces dernières considérations étaient fondées ou non, quoique la connaissance des pouvoirs neutralisans en devienne dès-lors indépendante.

Dans le mémoire que j'extrais, je me suis borné à chercher les pouvoirs neutralisans de trois substances simples, en prenant pour unité celui de l'oxigène : ces substances sont le carbone, l'azote, et l'hydrogène. Ce sont celles qui jouent le plus grand rôle dans la composition des corps plus connus, et pour lesquelles on a, par conséquent, le plus de composés, d'une composition très-variée, et dont la neutralité apparente soit bien constatée; ce sont aussi celles pour lesquelles j'avais déterminé précédemment les nombres affinitaires par les chaleurs spécifiques des corps gazeux.

J'ai rassemblé jusqu'à 24 composés de ces corps et d'oxigène, jouissans de la neutralité apparente, et qui m'ont fourni ainsi, d'après leur composition en poids établie sur les travaux des chimistes les plus distingués, 24 équations pour déterminer les trois inconnues qu'elles contiennent, savoir les pouvoirs neutralisans de l'hydrogène, du carbone et de l'azote, que j'ai désignés par H, C, A, en supposant le pouvoir acide de l'oxigène $= -1$. Pour former ces équations, il n'y a qu'à admettre que le pouvoir neutralisant d'un composé résulte, par une règle d'alliage, des pouvoirs neutralisans de ses composans, pris avec leur signe, en sorte que ce pouvoir étant supposé nul dans les

composés dont il s'agit, puisqu'on les considère comme neutres, la somme des produits des pouvoirs neutralisans de chaque élément, par le nombre qui exprime sa quantité en poids dans le composé, en parties du poids total, doit être égalée à O. Ceux des composés qui ne contiennent que quelques-uns de ces élémens fournisseut des équations dans lesquelles on peut considérer les coefficiens des autres comme égaux à zéro. Ainsi, l'eau, par exemple, étant formée en poids, à très-peu-près, de 0,11 hydrogène, et 0,89 oxigène, fournit l'équation $0{,}11\ H - 0{,}89 = 0$. Le sucre contenant de l'hydrogène et du carbone avec l'oxigène, donne, d'après la composition qu'on peut lui attribuer selon M. Gay-Lussac, l'équation $0{,}066\ H + 0{,}400\ C - 0{,}534 = 0$. Le carbonate d'ammoniaque hydraté contenant les trois substances à la fois, outre l'oxigène, fournit, d'après sa composition en poids, l'équation $0{,}057\ H + 0{,}171.\ C. + 0{,}200.\ A - 0{,}572 = 0$: et ainsi des autres composés.

Les 24 équations pourraient être combinées entr'elles de différentes manières pour en tirer les valeurs des trois inconnues H, C, A, et on trouverait pour chacune autant de valeurs différentes que de combinaisons des équations qui les renferment. Mais la méthode des moindres carrés des erreurs fournit la manière de combiner ces équations toutes ensemble, de manière à obtenir pour ces valeurs les résultats les plus probables. Les premiers membres de nos équations ne seraient réellement nuls, comme elles l'expriment, qu'autant que les composés auxquels elles se rapportent seraient vraiment neutres, comme ils le sont en apparence, c'est-à-dire comme l'observation l'indique. Les valeurs que prendraient ces premiers membres par la substitution des valeurs des inconnues H, C, A, c'est-à-dire les pouvoirs neutralisans positifs ou négatifs dont ces composés se trouveraient jouir en vertu de ces valeurs, représentent ici les erreurs des observations, dont la somme des carrés doit être un *minimum*, selon la méthode dont il s'agit. D'après cette condition, la méthode indique, comme on sait, la manière de former les trois équations qui doivent servir à détermiuer ces inconnues.

Je renvoie pour le détail de ce calcul au mémoire même : je me contenterai d'en rapporter ici les résultats, tels que je les ai obtenus en excluant les équations qui, par une première application de la méthode, se sont trouvées donner des erreurs

notablement plus considérables que les autres, ainsi qu'on le pratique en général pour les observations qui s'écartent trop de l'ensemble des autres, et qu'on regarde par-là comme entièrement fautives. Ces résultats, qui ne dépendent plus que de 20 des composés que j'avais d'abord employés, sont les suivans, en ne retenant que deux décimales : H = + 8,75, C = — 0,58, A = — 0,06.

Les limites des erreurs probables de ces déterminations, calculées par les formules connues, se trouvent être, pour la valeur de H, ± 0,450 ; pour celle de C, ± 0,066 ; et pour celle de A, ± 0,088.

Ainsi, l'hydrogène, d'après ces résultats, est près de 9 fois aussi positif ou basique que l'oxigène est négatif ou oxigénique; le carbone a un pouvoir négatif ou acide un peu supérieur à la moitié de celui de l'oxigène : et l'azote est très-légèrement négatif et peu distant de la neutralité vraie.

En substituant ces valeurs de H, C, A dans les équations des composés jouissant de la neutralité apparente, qui ont servi à les établir, on trouve que leurs pouvoirs neutralisans s'étendent entre les limites — 0,18 et + 0,20, en prenant toujours pour unité le pouvoir de l'oxigène, au lieu d'être nuls, comme ils devraient l'être pour la neutralité vraie. L'eau même a un pouvoir légèrement positif, égal à + 0,08. L'alcool et l'éther ordinaire se trouvent avoir un pouvoir positif beaucoup plus considérable, savoir : le premier, + 0,49, et le second, + 0,58 ; ces deux composés sont de ceux qui ont été exclus du calcul, comme s'écartant trop de la neutralité vraie.

On peut aussi calculer, d'après les valeurs indiquées, les pouvoirs neutralisans des différens autres composés des mêmes élémens, savoir : soit des composés acides alcalins, soit de ceux auxquels leur cohésion ou leur élasticité gazeuse ne permet pas d'exercer l'action qui leur serait propre sur les réactifs par lesquels on juge de l'acidité et de l'alcalinité. On trouve, par exemple, que le pouvoir négatif de l'oxigène étant toujours pris pour unité, celui de l'acide carbonique est — 0,89 ; celui de l'oxide de carbone, — 0,82 ; celui de l'acide nitrique, — 0,76 ; celui de l'acide oxalique, — 0,67 ; celui de l'acide hyponitreux, — 0,65 ; celui du gaz nitreux, — 0,56 ; celui de l'acide citrique, — 0,49 ; celui de l'acide acétique, — 0,23 ; et de même que le pouvoir positif

ou alcalin de l'ammoniaque est + 1,48; celui du gaz oléfiant, qui, comme on sait, fait fonction d'alcali, + 0,74, etc.

Si l'on veut évaluer ces pouvoirs acides et alcalins en prenant pour unité le pouvoir d'une des substances acides, et alcalines respectivement, il n'y a qu'à diviser les autres pouvoirs par celui que l'on aura choisi. Ainsi, par exemple, si l'on veut prendre pour unité des pouvoirs acides, celui de l'acide nitrique, on aura $\frac{0,89}{0,76} = 1,17$ pour celui de l'acide carbonique; $\frac{0,65}{0,76} = 0,86$ pour celui de l'acide hyponitreux, etc.; et de même, si l'on prend pour unité des pouvoirs alcalins celui de l'ammoniaque, on aura $\frac{0,74}{1,48} = 0,50$ pour le pouvoir du gaz oléfiant, etc., et ces pouvoirs étant les résultats moyens d'un grand nombre de compositions de substances neutres, ne sont plus affectés de l'influence de la masse des atômes, comme le seraient ceux déduits de la composition de chacune de ces substances par la simple application du principe de Berthollet.

Les pouvoirs neutralisans que nous venons d'établir pour les trois substances simples dont nous avons parlé, sont notablement différens, surtout pour l'azote et le carbone, de ceux que j'avais déduits des nombres affinitaires, tels que je les avais déterminés par la considération des chaleurs spécifiques des gaz dans les mémoires précédens cités plus haut; cependant, en remontant à ces nombres affinitaires mêmes, ou affinités pour le calorique, je fais voir, dans le mémoire que j'extrais, qu'il suffirait, en général, d'une petite altération dans ces affinités pour le calorique déduites des chaleurs spécifiques des gaz, selon mes idées théoriques, et par-là dans ces chaleurs spécifiques mêmes, telles qu'elles ont été observées par Bérard et De la Roche (1),

(1) Je regarde toujours ces déterminations des chaleurs spécifiques des gaz, par Bérard et De la Roche, comme plus ou moins approchées du vrai, parce qu'on ne leur a rien opposé jusqu'ici qui puisse autoriser à les croire entièrement erronées, comme il faudrait le supposer si l'on admettait que tous les gaz à volume égal, et sous la même pression ont une égale chaleur spécifique. J'ai déjà fait remarquer ailleurs que les expériences de MM. Marcet et De la Rive, que leurs auteurs (qui viennent de les confirmer dans un nouveau mémoire, *Biblioth. univ.*, mai

pour que les pouvoirs neutralisans qu'on en déduirait pour les substances dont il s'agit s'accordassent avec ceux que nous venons d'établir par les seules considérations chimiques. Ainsi, en ayant égard au peu de précision qu'on peut attribuer aux déterminations des chaleurs spécifiques des gaz que nous possédons jusqu'ici, rien ne nous oblige, quant à présent, de renoncer aux idées théoriques que j'avais cherché à établir à cet égard dans mes mémoires précédens. Au reste, comme je l'ai dit, les déterminations des pouvoirs neutralisans, fondées maintenant sur les seules considérations chimiques, deviennent indépendantes de la vérité ou fausseté de ces idées: et seulement, si celles-ci étaient fondées, ce que des observations ultérieures pourront seules décider définitivement, elles nous permettraient de faire un pas de plus dans la connaissance des rapports chimiques des corps, en nous faisant remonter aux nombres affinitaires absolus, dont les pouvoirs neutralisans ne seraient que des conséquences.

15. SUR LES POUVOIRS RÉFRINGENS DE 2 NOUVEAUX FLUIDES DANS LES MINÉRAUX, avec des observations sur la nature et les propriétés de ces substances; par le Dr BREWSTER. (*Transact. of the roy. Society of Edinb.*; Tom. X, part. II, p. 407.)

Le Dr Brewster a fait connaître précédemment l'existence de deux nouveaux fluides dans les minéraux, et a déterminé les réfractions du premier dans l'*améthiste*. Il donne la table suivante des pouvoirs réfringens moindres que ceux de l'eau :

Eau.	1,3358
Cyanogène liquéfié par la pression.	1,3160
Glace.	1,3085
Second nouveau fluide de la topaze dans une cavité remplie par l'autre nouveau fluide à 83° F.	1,2946
Nouveau fluide de l'améthiste à 83° F.	1,2106
Tabasheer blanc de Nagpore, espèce dure.	1,1825
Idem, autre espèce.	1,1454

1829) croient décisives en faveur de cette dernière opinion, ne prouvent réellement autre chose, sinon que la faculté conductrice des gaz est sensiblement proportionnelle à leur chaleur spécifique, excepté pour l'hydrogène, auquel la grande mobilité des parties donne une faculté conductrice proportionnellement plus considérable.

Nouveau fluide expansible de la topaze dans la même cavité que le second fluide........................ 1,1311
Tabasheer transparent de Vellore, jaunâtre.......... 1,1111
Éther dilaté environ au 1/3 de son volume.......... 1,057

Le Dr B. n'a pas cherché à mesurer le pouvoir réfringent du nouveau fluide expansible après qu'il a rempli la cavité, ayant observé que l'angle de réflexion totale diminue quand le fluide se dilate. Il est parfaitement transparent à 60°, paraît tout-à-fait opaque quand il remplit un tube, et noir par la chaleur.

Dans un premier mémoire, le Dr B. avait dit que dans une espèce de cymophane de 1/7 de pouce carré, il avait compté 30,000 cavités. Le pouvoir des plus fortes lentilles est nécessaire pour les apercevoir quand elles sont si petites. Il a observé beaucoup de résultats semblables dans ses nouvelles recherches. Ces cavités diffèrent beaucoup pour leur forme et leur dimension.

Le fluide expansible que le Dr B. a découvert a une si grande force élastique, que quand on chauffe la pièce, il se dégage au travers de la pierre, et qu'il ne laisse pas de traces de son passage. Il a trouvé dans les mêmes cavités jusqu'à *trois substances différentes ;* 1° le fluide expansif dans l'état de fluidité ; 2° le fluide dense ; 3° la vapeur du fluide expansif.

Les mouvemens singuliers que le fluide expansif présente, quand il s'écoule de ses cavités sur la surface de la topaze, paraissent au Dr B. dus à l'électricité, comme ceux que le prof. Hermann et Herschell ont observés entre l'eau positive et le mercure négatif.

Quand l'eau se gèle, il se présente souvent des phénomènes analogues à ceux qui font le sujet de ce mémoire. La glace est souvent criblée de cavités dans lesquelles le Dr B. a quelquefois observé des portions d'eau qui *restaient liquides à de très-basses températures.* Ce fait a été particulièrement remarqué pendant une forte gelée, le 8 octobre 1825. Le sable fut couvert de glace cristallisée en prismes à 6 pans avec des sommets dont quelques-uns étaient trièdres, et sur les feuilles des plantes se trouvaient de petits cristaux granulaires qui étaient, en général, des tables à six côtés.

Examinés au microscope, les cristaux prismatiques aggrégés

dans des directions parallèles présentaient quelques phénomènes curieux; ils étaient criblés de cavités extrêmement petites, disposées en rangées parallèles à l'axe des cristaux et à de telles distances, qu'elles ressemblaient à une série de points mathématiques équidistans. Quelques cavités étaient longues et aplaties, et quelques-unes amorphes; en général, elles contenaient de l'*air* et de l'*eau*. G. de C.

16. Sur le zéro naturel d'après l'échelle de Fahrenheit; par G. Cayley. (*Annals of Philos. and Phil. Magaz.;* févr. 1825, p. 91.)

M. Cayley fixe à 448° au-dessous du o de Fahrenheit, ou à 480 au-dessous de 32° de la même échelle, le zéro naturel, c.-à-d. la privation absolue de tout le calorique libre. Il étaie son hypothèse des considérations suivantes :

Le rapport constant de la contraction ou de l'expansion des gaz permanens avec leur température semble prouver dans ces deux phénomènes la relation de cause et d'effet. L'un peut donc servir de mesure à l'autre, et l'on sait que, pour chaque variation d'un degré de Fahr. le volume total d'un gaz varie de $\frac{1}{480}$. Si donc on suppose qu'on ait amené un gaz à 480° au dessous de 32° Fahr., toute contraction ultérieure sera impossible, les molécules seront au contact, tout calorique libre aura disparu. Si l'on objecte que les choses ne se passent pas ainsi pour les vapeurs qui cependant se dilatent avec la même régularité que les gaz, l'auteur répond que dans les vapeurs l'affinité chimique n'est pas vaincue comme dans les gaz permanens, et que c'est elle qui détermine le passage des vapeurs à l'état liquide.

Dessaignes.

17. Sur l'électricité rayonnante; par Ch. Bonnycastle. (*Quart. Journ. of sciences;* janv. à mars 1829, p. 133.)

M. Bonnycastle a été amené, par les expériences de M. Barlow sur le magnétisme du fer chauffé à blanc, à essayer l'influence d'une telle température sur l'électricité de tension. Il conclut de ses expériences que la chaleur blanche imprime au fluide électrique un rayonnement qui le disperse jusqu'à la profondeur de quelques pieds dans l'air ambiant. Il ajoute à un mémoire quelques expériences pour prouver que l'étincelle élec-

trique passe, dans de certaines circonstances, d'un conducteur négatif à un conducteur positif; et il termine par quelques objections sur la théorie de MM. Biot et Poisson, relative à l'équilibre du fluide électrique autour d'un conducteur.

Un petit électrophore, un électromètre à feuilles d'or, tels sont les instrumens qui ont suffi aux expériences sur le rayonnement du fluide électrique. Si le plateau chargé d'électricité est présenté pendant une minute à un pouce et demi de la flamme d'une chandelle, de charbons chauffés à blanc, de platine incandescent par l'hydrogène, de la flamme, de l'alcool, etc., il a complètement perdu son électricité. Au contraire, s'il est présenté à une masse de fer chauffée au rouge obscur, à des charbons dont l'ignition languit, à la flamme du soufre, tant qu'elle reste bleue, il reste électrisé. Le plateau soumis pendant 4 secondes au jeu d'un soufflet qui renouvelle l'air à sa surface, ou plongé dans la vapeur d'eau bouillante, n'a pas fait de perte appréciable, ce qui prouve, suivant l'auteur, qu'on ne peut attribuer les phénomènes qu'il décrit à un courant d'air contenant de la vapeur. Si le corps enflammé est placé sur le plateau, celui-ci se décharge encore plus rapidement. L'électromètre à feuilles d'or est éloigné de huit pouces d'un conducteur garni d'un électroscope; sitôt qu'on a mis sur le premier une lampe à esprit-de-vin, les feuilles d'or divergent fortement et se déchargent; bientôt le conducteur a perdu son électricité, et si l'on examine l'électricité des feuilles d'or avec le plateau d'épreuve, on la trouve de même nature que celle du conducteur. Elle serait d'une nature contraire, si la lampe n'eût pas été mise sur l'électromètre. Si l'on interpose un écran de verre ou de soie, les mêmes phénomènes se présentent, si ce n'est que le conducteur se décharge plus lentement, et aussi lentement lorsque la lampe est sur l'électromètre que lorsqu'elle n'y est pas. En outre, l'écran lui-même acquiert une électricité de nature contraire à celle du conducteur.

Une forte bouteille de Leyde, surmontée d'une lampe et placée à 6 pouces du conducteur d'une machine électrique se charge jusqu'à une certaine limite. Si l'on étudie alors le courant d'électricité qui sort de la flamme, on le trouve positif d'un côté et négatif de l'autre, en sorte que la flamme charge et

décharge la bouteille de Leyde. Une lampe, mise sur une bouteille de Leyde chargée, ne la décharge jamais complètement.

Voici maintenant les explications de l'auteur: Quand un corps en ignition est placé sur un conducteur électrisé, le fluide passe dans la flamme, et de là rayonne dans l'atmosphère dans un rayon de quelques pieds, mais l'effet cesse avant que le conducteur soit complètement déchargé, parce que l'air ambiant forme bientôt une atmosphère électrique dont la répulsion s'oppose à tout rayonnement ultérieur. Lorsque la flamme est placée à distance du conducteur, celui-ci développe dans la flamme une électricité contraire qui rayonne, et bientôt, attirée par le conducteur, neutralise son électricité. S'il existe un obstacle entre la flamme et le conducteur, comme celui qui résulte d'un écran de verre, le même effet se produit, l'écran se charge de l'électricité rayonnée par la flamme, jusqu'à ce que son accumulation neutralise celle du conducteur. DESSAIGNES.

18. NOUVELLE CLASSIFICATION DES COULEURS DE L'ARC-EN-CIEL. (*Philos. Mag. and Annals of Philosoph.*; févr. 1829, p. 152.)

L'auteur anonyme reproche à la classification usitée de ranger sur la même ligne les genres et les espèces, les couleurs élémentaires et les couleurs composées. Voici celle qu'il y substitue: trois couleurs élémentaires, le rouge, le jaune, le bleu; trois couleurs composées par la réunion des précédentes deux à deux, ce sont: l'orangé, le vert, le pourpre. Chacune de ces dernières fournit encore deux nuances, savoir: l'orangé rougeâtre ou écarlate, et l'orangé jaunâtre; le vert jaunâtre et le vert bleuâtre; le pourpre bleu ou indigo, le pourpre rougeâtre ou violet. DESSAIGNES.

19. SUR LA NATURE DE LA LUMIÈRE ET DE L'OMBRE, montrant qu'une ombre noire peut être raréfiée sans réfraction en toutes les couleurs de l'arc-en-ciel; par J. READE, D. M. (*Ibid.*; févr. 1829, p. 109.)

Une chandelle étant placée sur un chandelier très-élevé posé sur une table à 10 pieds d'une croisée bien éclairée, une feuille de papier fut placée parallèlement à la table et à angle droit avec la chandelle; en l'approchant de la flamme, il se produisit deux ombres par le moyen d'un papier roulé placé près de la fenêtre; l'une était orange brillant, l'autre bleu vif. En tour-

nant la feuille de papier du côté de la fenêtre, de manière à cacher la flamme de la chandelle, l'ombre orangée se changea en une ombre parfaitement noire, et, en tournant la feuille de papier du côté de la chandelle et excluant la lumière du soleil, l'ombre bleue devint parfaitement noire : ce changement de couleur a lieu sans réfraction. On peut faire l'expérience en tournant le papier autour de la chandelle.

L'expérience répétée en plaçant la feuille de papier derrière la chandelle, il se forma deux ombres, l'une orange, produite par la lumière de la croisée raréfiée par celle de la chandelle, et l'autre bleue, raréfiée par celle du soleil. En les projetant de manière qu'elles se recouvrissent en partie, elles donnèrent une ombre parfaitement verte; l'ombre orange se changea en jaune, en la produisant très-près de la flamme; elle devint brune à une plus grande distance. De même, l'ombre bleue peut devenir d'un violet parfait et indigo, en plaçant le papier à une certaine distance de la flamme.

Un rayon frappant sur un mur blanc, la feuille de papier fut placée au devant, et devant elle le papier roulé; il se forma deux images, l'une jaune et l'autre pourpre; en approchant une chandelle de l'ombre, elle devint parfaitement rouge; l'observateur se plaçant entre le papier et la croisée pour intercepter la lumière des nuages et conserver seulement la lumière directe et la chandelle étant enlevée, l'ombre pourpre se changea en noir.

G. de C.

20. Sur quelques phénomènes du Vésuve; par Oct. Morgan. (*Quart. Journ. of science;* janv. à mars 1829, p. 131.)

Le 25 mars 1828, l'auteur se transporta sur les bords du cratère, pour observer pendant la nuit l'éruption du volcan, qui lançait une énorme quantité de cendres noires et de vapeurs épaisses. Le cratère était rempli de lave blanche de chaleur et recouverte sur les bords par des scories noirâtres. Un vent d'ouest très-violent était souvent accompagné de la chûte de beaucoup de grêle. Il remarqua que les extrémités des chapeaux, des habits des personnes qui étaient devant lui, luisaient d'une phosphorescence verdâtre, qu'il compare à celle du ver luisant. Un voile de crêpe vert, qui le garantissait de la cendre, offrait, quand il était agité par le vent, comme une frange d'étincelles. Cette phosphorescence disparaissait lorsque les objets

étaient soustraits au choc du vent; et en bas de la montagne, elle ne put être produite en les exposant au même vent.

DESSAIGNES.

21. RÉPONSE AUX REMARQUES DE M. SOWERBY sur les expériences relatives à la pression de la mer à une grande profondeur; par M. J. GREEN. (*Philos. Magaz. and Annals of Philosophy;* mai 1829, p. 371.)

M. Green ne partage pas l'opinion de M. Sowerby (voyez *Bulletin*, Tom. XI, n°s 47 et 218), qui avait critiqué son article sur ce sujet, et renouvelle les idées qu'il avait déjà émises sur la pression de l'eau. G. DE C.

22. DESCRIPTION D'UN NOUVEL INSTRUMENT QUE L'ON PROPOSE D'APPELER MAGNÉTOMÈTRE, pour mesurer les différens degrés d'intensité magnétique pendant le jour et la nuit et sur divers points du globe; par Marc WATT. (*Edinb. new philos. Journ.;* janv. à avril 1829, p. 376.)

Si deux aiguilles magnétiques sont placées sur deux pivots dans le méridien magnétique, dans la sphère de leur pouvoir répulsif, soit à 1 pouce, leurs pôles opposés étant en regard, les augmentations ou les diminutions de leur pouvoir ne peuvent être indiquées, car elles affectent également les quatre piles; les aiguilles conservent donc leur position relative.

Mais si, au lieu de placer deux aiguilles sur leur centre, on prend deux petites barres de bois de 3 à 4 pouces de long; que l'on insère dans chacune une capsule polie à 1 pouce de leur extrémité, de sorte que 1 pouce de bois se projette au-dehors de la capsule; si, à ces deux extrémités, on fixe deux légers aimans, par ex. 3 pouces d'un ressort de montre, et qu'on les place dans le méridien avec leurs pôles opposés, ces aimans indiqueront par leurs mouvemens les variations d'intensité magnétique. Si on les place à une distance de 2 à 2 1/2 pouces l'un de l'autre, ils sont repoussés à 20 ou 25′ du méridien, et si on place une échelle graduée au-dessous de l'extrémité des tiges de bois, on pourra mesurer les divergences produites par l'intensité du magnétisme terrestre, dont l'augmentation éloigne et la diminution fait rapprocher les aiguilles.

M. Watt a observé pendant une année un instrument de ce genre.

Les degrés du tableau suivant indiquent des 1/12 de pouce, l'instrument était placé sous une cloche.

Mai,	7	variant à 8.	Novembre,	11	Variant à 14.
Juin,			Décembre,	12	
Juillet,			Janvier,	12	
Août,	7 1/2	Variant à 11.	Février,	11	Variant à 10.
Septembre,	8		Mars,	9	
Octobre,	9		Avril,	9	

Outre ces grandes variations annuelles de l'intensité magnétique, on observe, dans le printemps et l'été, une variation journalière de 1°, et dans l'hiver de 1/2 degré pour le temps clair, et, quoique la variation annuelle augmentât et diminuât avec la hauteur et la déclinaison du soleil, la variation journalière était l'inverse de ce que supposait l'auteur, car les aimans étaient de 1° plus rapprochés de midi à 4 heures, et, conséquemment, les index qui restaient à 7° pendant les 24 heures du jour, s'élevaient à 8° entre midi et 4 ou 5 heures: M. Watt s'attendait à obtenir 6°; mais ce phénomène arrive par l'influence mécanique du courant magnétique que l'on doit supposer se mouvoir sur la surface de la terre, et reconnu, ainsi que les fluides de cette nature, avoir une plus grande force quand l'action du soleil est plus grande, elle peut, en opposition à la force répulsive du magnétisme, les pousser plus près de la direction exacte du méridien magnétique ou de la ligne dans laquelle se meut le courant.

Mais que cette cause soit exacte ou non, M. Watt croit pouvoir conclure que tous les résultats généraux tirés des observations faites jusqu'ici sur l'intensité magnétique sur les différentes parties du globe par la vibration d'un aimant, sont nécessairement erronés, excepté celles qui sont faites dans la même saison et à la même heure du jour, ce qui n'est pas ordinairement, car l'intensité magnétique est double dans un jour clair de juin, de ce qu'elle est dans un jour nébuleux de novembre. Le 11 novembre dernier, le thermomètre étant à 31°, le magnomètre marquait 14°. G. de C.

MÉTÉOROLOGIE.

23. Relevé des observations météorologiques faites dans le port de Cronstadt en 1823, 1824, 1825 et 1826; par l'astro-

nome Tobisène. (*Zapisski izdavaïémouïagossoudarstvennimme admiralteïskimme départamentome.* — Mémoires publiés par le département impérial de l'amirauté. St-Pétersbourg, 1827).

1823.

I) État du baromètre. — La plus grande élévation du baromètre a été de 30,56 pouces anglais, le 22 octobre à midi, et le soir du même jour par un léger vent d'E. N. le ciel étant nuageux.

Sa moindre élévation a été de 28,90 pouces, le 31 décembre au soir, par un fort vent d'O., et un ciel chargé de nuages.

La différence entre ces deux élévations est donc de 1,66 pouce, et le terme moyen de 29,73.

La moyenne élévation du baromètre, qui résulte de 1095 observations, est de 29,82 pouces.

Du reste, le mercure s'est trouvé 2 fois entre 28 et 29 pouces; 732 entre 29 et 30; 19 fois à 30 pouces, et 342 fois entre 30 et 31 pouces.

II). Dilatation de l'air. La plus grande chaleur au thermomètre de Réaumur s'est élevée à + 23° le 23 juillet à midi par un léger vent de E. S. E, et le ciel le plus pur. Le plus grand froid a été de 22° le 26 janvier matin, par un léger vent de N. N E. et un ciel peu couvert de nuages. Différence entre ces deux températures, 45 degrés; terme moyen ½ degré.

D'après 1095 observations, la dilatation moyenne de l'air a été de 4 degrés de chaleur.

Le mercure s'est trouvé 9 fois entre 20 et 25 degrés au-dessus du point de congélation; 7 fois à 20 degrés; 91 entre 15 et 20; 21 à 15; 200 entre 10 et 15; 16 à 10; 133 entre 5 et 10; 9 à 5 et 169 entre 0 et 5. Sur le point de congélation 24 fois; au-dessous entre 0 et 5 degrés 245 fois; à 50,20; entre 5 et 10, 74; à 10, 7; entre 10 et 15, 30; à 15, 5; entre 15 et 20, 25; à 20, 4; et entre 20 et 21, 6 fois. Il y a donc eu 655 variations au-dessus du point de congélation; et seulement 416 au-dessous.

La chaleur moyenne du matin pendant cette année, a été de + 2,9 degrés; à midi de + 5,5; le soir de + 3,7, et cette même chaleur moyenne en général pendant toute l'année a été de + 4 degrés.

La chaleur moyenne dans le courant des six mois d'été, c'est-à dire depuis le 1er avril jusqu'au 1er octobre a été le matin de + 9,6 degrés; à midi de + 13,0; le soir de 10,2, et en général la chaleur moyenne pendant les six mois d'été s'est élevée à + 10,9.

III) Situation de l'atmosphère; météores aqueux et ignés. Jours entièrement sereins, 7; partie sereins, partie nébuleux, 111; entièrement nébuleux, 179; pluvieux 39; de neige 28; tourbillon de neige 1. Il a fait 18 fois du brouillard et 11 fois de la gelée blanche.

Le tonnerre s'est fait entendre 3 fois : la première avec accompagnement d'éclairs le 12 juillet au soir, par un léger vent du S. O. et de la pluie; la seconde le 18 du même mois à midi, par un léger vent de O. N. O. et de la pluie.

La première gelée a eu lieu le 10 octobre au matin, par un léger vent du nord et un temps de neige; la dernière, le 17 avril au matin, par un vent d'O. N. O. et un épais brouillard; il y a donc eu 174 jours d'été.

Vent impétueux 1 fois; fort 55; moyen 284; léger 674; calme 81.

Le vent du nord a soufflé 35 fois; celui du sud 40; de l'est 41; d'ouest 84; nord-est 139; nord-ouest 168; sud-est 272 et sud-ouest 235.

IV) Elévation et abaissement de l'eau. La plus grande élévation de l'eau a été de 3 pieds 4 pouces au-dessus de la hauteur ordinaire ou de 21 pieds, le 20 août au soir, par un fort vent du S. O. et un temps nébuleux; sa moindre élévation a été de 3 pieds 10 pouces au-dessous de l'ordinaire, le 21 janvier au matin, par un léger vent d'E. N. E. et un temps légèrement couvert. — Différence 7 pieds 2 pouces; hauteur moyenne 3 pouces au-dessous de l'ordinaire.

1095 observations ont donné pour terme moyen de la hauteur de l'eau 7 pouces au-dessous de l'ordinaire.

Dans le courant de toute cette année, l'eau a été 78 fois à sa hauteur accoutumée, 245 fois au-dessus et 772 fois au-dessous.

1824.

I) *État du baromètre.* La plus grande élévation du baromètre a été de 30,67 pouces anglais, le 26 janvier à midi, par un léger

vent de S. E. et un temps couvert. Sa moindre élévation, de 28,50 pouces, le 9 décembre au soir, par un léger vent d'ouest et de la neige. — Différence 2,17 pouces. — terme moyen 29,585.

Résultat de 1098 observations pour l'élévation moyenne du baromètre, 29,795 pouces.

Le mercure s'est trouvé dans le baromètre : 27 fois entre 28 et 29 pouces; 5 fois à 29; 730 entre 29 et 30; 34 à 30; 302 entre 30 et 31.

II) *Dilatation de l'air* : la plus grande chaleur d'après le thermomètre de Réaumur a été de 22,2 degrés, le 14 juin à midi, par un léger vent du nord-est et un ciel pur; le plus grand froid, de 16 degrés le 24 février matin, par un vent O. N. O. et un ciel légèrement couvert. — Différence 38,2 degrés; terme moyen 3,1 degrés.

La dilatation moyenne de l'air, d'après 1098 observations, présente une chalenr de 4,5 degrés.

Le mercure a été 253 fois entre o et 5 au-dessus du point de congélation; 16 fois à 5; 142 entre 5 et 10; 6 à 10; 251 entre 10 et 15; 10 à 15; 61 entre 15 et 20; 1 à 20, 9 entre 20 et 25. Au point de congélation 7 fois; au-dessous, 227 entre o et 5; 4 à 5; 82 entre 5 et 10; 3 à 10; 15 entre 10 et 15; 1 entre 15 et 20. Conséquemment les variations du mercure ont été au nombre de 749 au-dessus du point de congélation et de 332 au dessous du même point.

La chaleur moyenne a été pendant toute l'année, le matin de + 3,3 degrés; à midi de + 5,9; le soir de + 4,4.

La chaleur moyenne dans le courant de toute cette année a été généralement de 4,5 degrés.

La chaleur moyenne pendant les six mois d'été, c'est-à-dire depuis le 1er avril jusqu'au 1er octobre, a été le matin de + 9,4; à midi de + 12,7; le soir de 9,5 degrés.

Et en général la chaleur moyenne pendant les six mois d'été a été de + 10,5.

III) Situation de l'atmosphère; météores aqueux et ignés. Jours sereins 32; tantôt purs, tantôt nébuleux 149; entièrement nébuleux 93; pluvieux 49; de neige 30; tempêtes de neige et ouragans 13. Il a fait 36 fois du brouillard, et il a grêlé trois fois.

Le tonnerre s'est fait entendre 3 fois dans le mois de juillet, la 1re avec accompagnement d'éclairs, le 9 vers les midi, par un léger vent du sud-est et un ciel couvert; la dernière le 20, vers la même heure de midi, par un léger vent E S. et de la pluie.

La première gelée a eu lieu le 4 octobre à midi, par le calme et un ciel couvert. Il y a eu par conséquent 172 jours d'été.

Vent impétueux 1 fois; fort 30; modéré 172; léger 174; calme, 161.

Le vent du nord a soufflé 37 fois; celui du sud 27; d'est 31; d'ouest 45; nord-est, 140; nord-ouest, 234; sud-est, 204, et sud-ouest, 219.

IV) Élévation et abaissement de l'eau. La plus grande élévation de l'eau a été 11 pieds 6 pouces au-dessus de son niveau ordinaire, le 7 novembre à midi $\frac{1}{2}$, par un vent de O. S. O., et un temps couvert; sa moindre élévation a été de 2 pieds 5 pouces au-dessous de sa hauteur ordinaire, le 5 novembre au matin, par un vent modéré de O. N. O., et de la neige. — Différence 13 pieds 11 pouces. Terme moyen d'élévation de l'eau 4 pieds 6 $\frac{1}{2}$ pouces au-dessus de son niveau ordinaire.

1098 observations ont offert pour résultat une élévation moyenne de 2 $\frac{3}{4}$ pouces au dessous de la hauteur ordinaire.

Dans le cours de cette année, l'eau est restée 72 fois à son niveau ordinaire, 332 au-dessus, et 694 au-dessous.

1825.

I) État du baromètre. La plus grande élévation du baromètre a été de 31,22 pouces anglais, le 22 décembre, par un calme complet et un temps nébuleux. Sa moindre élévation de 28,36 pouces, le 23 janvier au matin, par un léger vent du sud, et un ciel couvert. — Différence, 2,86 pouces; — terme moyen 29,79.

Moyen terme de l'élévation du baromètre, d'après 1095 observations, 29,842 pouces.

Le mercure du baromètre s'est tronvé 22 fois entre 28 et 29 pouces, une fois à 29; 539 entre 29 et 30; 35 à 30; 477 entre 30 et 31; 2 fois à 31, et 19 entre 31 et 32.

II) Dilatation de l'air. La plus grande chaleur d'après le thermomètre de Réaumur a été de + 22 degrés, le 29 mai à midi, par un léger vent du N. N. O. et un ciel entièrement pur;

le plus grand froid a été de 17 degrés, le 30 décembre au matin, par un léger vent de S. E + E. et un ciel couvert. — Différence entre ces deux températures, 39 degrés : moyen terme entre elles, 2,5 degrés.

Moyenne dilatation de l'air résultant de 1095 observations, 1,9 degré de chaleur.

Le mercure du thermomètre s'est trouvé 11 fois entre 20 et 25 degrés au-dessus du point de congélation ; 66 fois entre 15 et 20 ; 15 fois à 15 ; 187 entre 10 et 15 ; 163 entre 5 et 10 ; 13 à 5 ; 265 entre o et 5. — Il a été 18 fois sur le point de congélation ; au-dessous, 173 fois entre o et 5 ; 9 fois à 5 ; 109 entre 5 et 10 ; 7 à 10 ; 34 entre 10 et 15 ; 1 à 15 ; et 8 entre 15 et 20. En conséquence les variations du thermomètre ont été de 736 fois au-dessus de o et de 341 fois au-dessous.

Chaleur moyenne pendant tout le cours de cette année, le matin + 4,6 degrés ; à midi, + 6,4 ; le soir + 4,8.

Chaleur moyenne pendant toute l'année en général : + 5,2 degrés.

Chaleur moyenne pendant le cours des six mois d'été, c'est-à-dire depuis le premier avril jusqu'au premier octobre, le matin + 8,7 degrés ; à midi + 11,6 ; le soir + 8,8.

Chaleur moyenne pendant le cours des six mois d'été en général..... + 9,3 degrés.

III) Situation de l'atmosphère ; météores aqueux et ignés. — Jours entièrement sereins 16 ; tantôt purs, tantôt nébuleux, 104 ; entièrement nébuleux 145 ; pluvieux 55 ; de neige 45 ; il y a eu 28 fois du brouillard et 5 fois de la gelée blanche.

Il a gelé pour la première fois, le 18 octobre au matin, par un calme presque complet, et un ciel couvert ; pour la dernière, le 9 avril au soir, par un léger vent N. O+N. Il y a eu par conséquent 197 jours d'été.

Le vent a été fort 23 fois ; modéré 125 ; léger 832, et calme 115.

Le vent du nord a soufflé 30 fois ; celui du sud 38 ; de l'est 26 ; de l'ouest, 40 ; du nord-est, 133 ; du nord-ouest, 203 ; du sud-est, 265 fois ; du sud-ouest, 245.

IV) Élévation et abaissement de l'eau. La plus grande élévation de l'eau a été de 3 pieds 10 pouces au-dessus de son niveau ordinaie, le 1er avril à midi, par un vent modéré du S. O.

et un temps pur et serein; sa moindre élévation, de 2 pieds 10 pouces au-dessous de son niveau ordinaire, le 1[er] mars au matin, par un léger vent d'E. N. E. et un temps couvert. — Différence 6 pieds 8 pouces; élévation moyenne au-dessus du niveau ordinaire, 6 pouces.

1095 observations ont offert pour résultat que l'élévation moyenne de l'eau a été de 4 pouces au dessous du niveau ordinaire.

Pendant tout le cours de cette année, l'eau est restée 49 fois à sa hauteur ordinaire; elle a été 324 fois au-dessus, et 722 au-dessous.

24. Observations météorologiques faites sur divers points du globe, par M. Préveraud, professeur de physique à Autun.

Des observations météorologiques que j'ai continuées pendant plus de dix ans, dont j'ai passé la plus grande partie à parcourir presque toutes les mers, m'ont mis à même de reconnaître que le sens dans lequel s'effectuent les changemens de vents est constamment le même dans chaque hémisphère, quoique différent de l'un à l'autre. Dans notre hémisphère, le vent du nord passe au sud par l'est, et revient du sud au nord par l'ouest. Dans l'hémisphère austral, le vent du nord passe au sud par l'ouest et revient du sud au nord par l'est.

Il arrive quelquefois, à la vérité, dans l'un et l'autre hémisphère, qu'un vent du nord, par exemple, est remplacé subitement par celui du sud, sans qu'aucun vent intermédiaire se soit fait sentir; mais on voit facilement que ce fait particulier n'infirme en rien la loi générale qui se fait remarquer dans les changemens ordinaires. Je dois cependant faire observer qu'il se présente, quoique assez rarement, des changemens de vents qui semblent faire exception à la loi générale; c'est qu'on voit quelquefois un vent du nord, par exemple, tomber au sud par l'ouest et même remonter jusqu'à l'est; mais ce qui est constant, c'est qu'on ne voit jamais le vent achever le tour de l'horizon dans ce sens rétrograde, et qui plus est, le vent qui a ainsi rétrogradé garde toujours, quelque soit sa direction, les caractères distinctifs du vent auquel a commencé la rétrogradation, c'est-à-dire qu'il pleut ordinairement par le vent de N. E. si la rétrogradation a eu lieu du S. O. par le sud et l'est; et que

le temps sera ordinairement sec et serein par le vent de S. O. si le vent a rétrogradé du N. E. par le nord et l'ouest.

Pour se convaincre de la vérité de ces faits, on peut consulter les journaux de quelques vaisseaux venant de différens pays, et leur conformité avec ce que j'avance ici ne laissera aucun doute; je crois qu'il faut préférer les journaux des vaisseaux à tous les autres recueils météorologiques, parce qu'ils marquent, sans aucune exception, tous les changemens de vents qui ont eu lieu pendant la traversée, tandis que les recueils ordinaires faits dans un observatoire à terre, ne donnent que les vents qui régnaient aux heures des observations, sans pouvoir faire mention des vents intermédiaires. Je conseille cependant de se défier des vents marqués sur les journaux de vaisseaux en rade, sachant fort bien que les marins, dans le port, sont peu exacts à observer les directions et les changemens des vents.

25. Température du lac de Constance.

Le Dr Dihlmann a fait près de Fiedrichshafen des recherches sur la température du lac de Constance; en voici les résultats :

JOURS.	TEMPÉRATURE DU LAC.	TEMPÉRATURE DE L'AIR	
		à 2 h. après midi.	moyenne.
Le 12 Juillet.	+ 16,8 R.	+ 19,0	+ 14,37
16	18,0	20.3	14,90
20	20,5	22,5	16,83
23	18,3	17,8	13,60
27	20,1	18,2	14,63
10 Août	19,0	19,8	16,10
Moyenne	+ 18,78	+ 19,60	+ 15,10

Il résulte de là que, pendant les jours d'été, le lac avait une température dont la moyenne dépassait de 3,7° R. la température moyenne de l'atmosphère. (*Schweigger's Jahrbuch.*; 1828, n° 10.)

26. Observations météorologiques faites en différens lieux de l'état de New-York, en 1826. (*Edinburgh Journ. of Science*; n° 16, p. 303.)

La législature de l'état de New-York a engagé les régens des

universités à faire des observations du thermomètre, de la pluie et l'état du ciel. Le 1er rapport annuel a été fait le 13 avril 1827. On trouve ici les moy. temp. de chaque mois de 1826 pour 10 stations, avec les maximum et les minimum, et les quantités de pluie.

27. Note sur les principaux phénomènes météorologiques observés dans les 8 derniers mois de 1826, à Patna et à Futtehpore; par M. A. Lind. (*Edinburgh Journ. of Scienc.*; n° 26, p. 246.)

L'auteur donne les températures moyennes du mois à 5 ou 6 époques de la journée, la quantité de pluie et la direction des vents. On n'en peut rien tirer, parce que l'auteur a souvent changé de station entre Patna et Futtehpore (ou Bitora.)

28. Extrait des observations météorologiques faites à St.-Pétersbourg en 1819 et 1820; par M. Petrow. (*Mémoir. de l'acad. des scien. de St.-Pétersbourg*, T. X, p. 263 et 269.)

Hauteur moyenne du baromètre = 28,207 pouces de Paris pour 1819, et 27,977 pour 1820. L'auteur donne les maximum, les minimum et les moyennes de chaque mois.

Il donne aussi les extrêmes de la température pour chaque mois; moyenne = 144,7 de Delisle pour 1819, et 144,5 pour 1820.

Vient ensuite le tableau des vents et l'état du ciel; mais l'auteur ne donne que les nombres de jours auxquels tels ou tels phénomènes ont paru.

29. Observations météorologiques faites a Nice, de 1806 à 1825. (*Hist. natur. des principales productions de l'Europe méridionale*, etc.; par A. Risso. Tom. I, p. 205-311. Paris, 1826; Levrault.)

La moyenne de 21915 observations donne 27 p. 11 l. 7 pour la hauteur barométrique, réduite à la température O, et 12°9 R. pour la température de Nice. L'hygromètre a marqué, terme moyen, 58°,5. L'auteur donne des tables où sont indiqués le maximum, le minimum et la valeur moyenne du baromètre, du thermomètre, et de l'hygromètre, à trois époques de la journée, entre 7 et 8 h. du matin, à midi, entre 7 et 8 du soir. Il y

a de plus un tableau des vents, des pluies et de l'état du ciel. Vient ensuite une lettre de M. de Humboldt sur ces observations; les phénomènes célestes tels que halos, aérolithes, aurores boréales; les phénomènes terrestres, comme les tremblemens de terre; les phénomènes marins.

30. Résultats de plusieurs observations météorologiques simultanées, faites le 17 juillet 1826; d'après M. Baumgærtner. (*Zeitschrift für Physik und Math.;* Tom. 2, cah. 1, p. 59.)

Ces observations ont été faites par l'auteur de l'article et par quelques autres personnes, d'après les invitations de la Société royale d'Édimbourg, 1° à Vienne, à 541 pieds au-dessus du niveau de l'Adriatique; 2° au Leopoldsberg, hauteur 1296 pieds; 3° au Schneeberg, hauteur 6390 pieds (ces deux montagnes sont dans les environs de Vienne); 4° à Laibach, hauteur 1800 pieds; 5° à Gorice, lieu qui n'est éloigné de la mer que d'environ 3 milles géographiques, et dont la hauteur est de 264 p. Voici les moyennes de quelques-uns des résultats; on peut recourir, pour plus de détails, au mémoire original:

	Schneeberg.	Laibach.	Leopoldsberg.	Vienne.	Gorice.
Température de l'air, à l'ombre, à 6 h. du matin...	4°,8 R.	14, 0	12, 5	13, 9	16, 0
à midi	8, 5	18, 75	18, 0	18, 0	21, 3
à 6 h. du soir	5, 8	17, 0	16, 5	17, 2	20, 3
à minuit........	5, 8	14, 0	14, 5	14, 0	16, 3
Moyenne conclue des observations pour chacune des 24 heures du jour..........................	6, 32	15,48	15, 40	15, 42	18, 76
Moyenne entre les deux températures *maximum* et *minimum*..................................	6, 35	15, 75	15, 25	15, 60	19, 10
Température d'une source, à 6 h. du matin.......	»	11, 5	»	14, 6	14, 0
à midi	»	12, 0	»	9, 7	9, 6
à 6 h. du soir.........	»	11, 5	»	10, 2	»
à minuit.............	»	10, 5	»	11, 2	»
Moyenne sur les 24 heures du jour..............	»	11, 90	»	10, 7	»
Température moyenne de l'année	»	9, 0	»	8, 2	»
Moyenne sur les 24 heures du jour de la hauteur barométrique	po. lig. 22,8 99	26,8.77	26,9.60	27,5.91	27,9.7
Variation maximum de la hauteur barométrique.....	lig. 0.787	3,94	0,96	0,94	1,32
Différence de la moyenne conclue des observations à 8 h. du matin, à 3 h. et 10 h. du soir, d'avec la moyenne sur les 24 heures..................	—0,12	+0,26	+0,07	—0,34	—0,06

A. C.

31. Résumé des observations météorologiques faites à Chambéry en 1822, 1823, 1824 et 1825; par le chanoine Billiet.

(*Mémoir. de la Soc. acad. de Savoie*; Tom. I, p. 128, et Tom. II, p. 234.)

Temp. moy. mensuelles et plus grande variation en un jour — Temp. max. et min. moyennes et absolues mensuelles. — Moy. du barom. à 9 h. du mat. et 3 h. du soir, mensuelles — Oscillat. extrêmes du barom.

1822	températ. moyenne	= 12°,75 centig.	moyenne therm. = 11°,67
	baromètre moyen à 9 h.	= 739,90 millim.	bar^{e}. = 738,38
	à 3 h.	= 738,71 idem.	Différence, moyenne baromètre = 1^{m},00
		1,19	
1823	température moyenne	= 11°,15 centig.	
	baromètre moyen à 9 h.	= 737,54 millim.	
	à 3 h.	= 736,60 idem.	
		0,94	
1824	température moyenne	= 11°,10 centig.	
	baromètre moyen à 9 h.	= 738,51 millim.	
	à 3 h.	= 737,63 idem.	
		0,88	
1825	température moyenne	= 11°,68 centig.	
	baromètre moyen à 9 h.	= 739,59 millim.	
	à 3 h.	= 738,59	
		1,00	

Hauteur de l'observat. (cuvette du barom.) au-dessus du niveau de la mer = 249 mètres.

32. Journal météorologique; par J. Prinsep. (*Asiat. Research.*; vol. XV, 1825, appendice, p. VII.)

Les observations ont été faites à Bénarès, en 1823, à trois époques de la journée, l'une à midi et les autres à peu près aux heures du lever et du coucher du soleil

Hauteur moyenne du baromètre...	29,538........	en 1823.
.... et	29,540........	en 1822.
Température moyenne...........	68,92 F.......	en 1823.
.... et	68,88 F.......	en 1822.
L'évaporation est annuellement de....	65,569 p. d'eau	en 1823.
.... et	68,315.......	en 1822.
Pluie annuelle..................	89,500 pouces.	en 1823.

L'auteur donne le plan et la description de son *pluviomètre* et de son *évaporomètre*. Ce dernier instrument représente une cuve cylindrique, pleine d'une eau dont on peut mesurer le vo-

lume en la faisant couler dans un tube vertical gradué. Il est assez singulier que l'on ne fasse pas l'observation de l'évaporation de l'eau, dans tous les observatoires pour la météorologie. On voit qu'à Bénarès, l'évaporation est bien loin d'équivaloir la quantité de pluie.

33. Sur le sympiesomètre ou baromètre d'air inventé par Alex. Adie. d'Édimbourg ; par M. Huette. (*Lycée Armoricain*, 65[e] livraison, 318.)

Cet instrument est formé d'un tube de verre de 19 à 20 pouces, recourbé à la partie inférieure et terminé à cette courbure par un réservoir de 19 à 20 lignes de longueur; on remplit le réservoir supérieur de gaz hydrogène, et on introduit ensuite une colonne d'huile d'amandes, colorée par de la racine d'Anclusa qui, à partir de la moitié du réservoir, s'élève jusqu'aux $\frac{2}{3}$ du tube; c'est le mouvement de cette colonne qui mesure la pression. Pour graduer l'instrument on le place, avec un baromètre, sous une cloche dans laquelle on comprime l'air jusqu'à 30 pouces de mercure, et on marque ce point extrême sur le sympiesomètre, et ainsi de suite en diminuant la pression. L'auteur de l'article a trouvé que, sur 50 observations faites concurremment avec un baromètre, 36 ont concordé.

34. Observations sur le baromètre et le thermomètre faites a Meelmanger et Ullesvang, en Norvége, pendant 30 ans, de 1798 a 1828 ; par le prévôt Hertzberg. (*Édinb. Journ. of science;* oct. 1828, p. 292.)

De 1798 à 1807 les observations furent faites à Meelmanger, diocèse de Bergen, latitude 59° 58′, à une hauteur de 64 pieds du Rhin au-dessus de la mer. De 1807 à 1828 elles furent continuées à Ullesvang, latit. 60° 19′ et à 32 pieds du Rhin au-dessus de la mer. La hauteur du baromètre est donnée en pouces français et réduite à 0° Réaumur.

Il en résulte que la température moyenne de Ullesvang es de 43° 6 Fahrenheit, qui coïncide avec la température constante des sources qui ne gèlent jamais.

Il paraît ensuite que la température de la saison de la végétation a été moindre dans les années 1802 et 1812, c'est-à-dire de 9° 5′ en 1802, et 10° 3′, en 1812, la température moyenne de cette saison, pendant 30 ans, étant de 11° 62′, et une chose remarquable, c'est que ces années sont celles de la plus grande sé-

cheresse en Norvége, l'année 1802 étant plus sèche que 1812.

G. de C.

35. Sur la température des sources dans le voisinage de Colinton, latitude N. 55° 54' 42", long. O. 3° 16' 8". (*Edinb. new philos. Journ.*; juillet-oct. 1828, p. 356.)

Les observations suivantes ont été continuées de août 1817 à août 1828.

Les sources sortent d'un terrain d'alluvion sur les bords de la rivière de Leith, près du village de Colinton. La source A du gravier et la source B de l'argile. Leur hauteur au-dessus du niveau des hautes eaux a été déterminée exactement; la source A était de 366,8 pieds et la source B de 264, 3 pieds au-dessus de ce niveau. Les observations thermométriques ont été faites à quelques verges au-dessus du niveau de la source A.

Détail des observations.

1827.			
Août.	22	Source A.. 48°	Source B..... 49°,5.
	30	.... 48°,5	.... 50°.
Sept.	6	.... 48°,5	.... 50°.
	13	.... 48°	.... 50°,5.
Octob.	2	.... 48°.5	.... 50°,5.
	10	.... 48°	.... 49°.
	18	.... 48°,25	.... 49°.
	(Température douce.)		
	24	.... 48°,5	.... 49°.
	(Après de grandes pluies.)		
Nov.	1	.... 48°	.... 46°.
	9	.... 48°	.... 47°,5.
	16	.... 48°	.... 46°,5.
	24	.... 47°,25	.... 46°.
Déc.	6	.... 47°,75	.... 46°.
	15	.... 47°,5	.... 46°.
	25	.... 47°,5	.... 45°,5.
1828.			
Janvier.	6	.... 47°.	
	19	.... 47°,25	.... 45°,5.
	27	.... 47°	.... 46°.
Fév.	10	.... 46°	.... 43°.
	17	.... 46°.	

	24	45°,5	43°,5.
Mars.	2	46°,25	46°,25.
	9	46°,5	46°,5.
	16	47°	43°,25.
	20	45°,5.	
Avril.	4	45°,5.	
	11	46°.	
	24	46°	45°,5.
	30	46°	46°,25.
Mai.	13	46°	47°.
	21	46°,5	47°,25.
	28	47°,5	49°,5.
Juin.	11	47°,95	50°.
	16	48°	50°.
	24	49°	51°,25.
	30	49°,5	51°.
Juillet.	10	49°,75	51°,5.
	17	49°	51°.
	23	49°25	50°,25.
	28	49°	51°,5.
Août.	2	49°	51°,5.
	11	49°,5	52°,5.
(Après de fortes pluies.)			
	18	49°,25	51°,5.

G. DE C.

36. SUR LA CONNEXION ENTRE LES PHASES DE LA LUNE ET LES JOURS NÉBULEUX ; par M. FLAUGERGUES. (*Edinb. new philos. Journ.*; juillet-oct. 1828, p. 317.)

Il existe entre les phases de la lune et les jours nébuleux qui coïncident avec ces phases, une relation constante qui paraît très-singulière, et dont l'observation du thermomètre ne peut rendre compte. D'après les calculs de l'auteur, des jours sombres qui ont coïncidé avec les phases de la lune, et avec celles de périgée et d'apogée pendant une période de 19 ans, du 19 oct. 1818 au 18 oct. 1827, il a trouvé les nombres suivans :

	Phases de la lune. Nouvelle lune.	1er quartier.	Pleine lune.	Dernier quartier.	Lune dans sa périgée.	Lune dans l'apogée.
Nombre de jours sombres coïncidens avec les phases de la lune	77	82	79	60	93	78

On voit par cette table que le nombre des jours sombres qui coïncident avec les jours des phases de la lune et celles des apogées et périgées, suivent la même progression que les hauteurs moyennes du baromètre correspondant à ces phases, mais en sens inverse. Ainsi le nombre des jours de la nouvelle lune, pendant lesquels il a plu, est moindre que le nombre de jours de la pleine lune pendant lesquels il a plu aussi. Et la hauteur moyenne du baromètre, le jour de la conjonction de la lune, est au contraire plus grande que les jours de leur apparition. De la même manière, le nombre des jours de pluie qui se rapportent au 1er quartier, excède de beaucoup les jours de pluie qui coïncident avec le dernier quartier, et la hauteur moyenne du baromètre est beaucoup moindre dans le 1er quartier que dans le dernier. Enfin, le nombre des jours de pluie qui ont coïncidé avec les jours où la lune était à son périgée, est beaucoup plus grand que le nombre des jours de pluie qui correspondent avec les jours pendant lesquels elle a été à son apogée, et au contraire, la hauteur moyenne du baromètre, quand la lune est à son périgée, est beaucoup moindre que la hauteur moyenne pendant l'apogée.

Tout cela est parfaitement expliqué par l'observation constante qui a été faite depuis long-temps, qu'il pleut plus fréquemment quand le baromètre est haut. Ainsi la supériorité du nombre de jours de pluie correspondans à la pleine-lune dans le 1er quartier et le périgée, sur le nombre de jours de pluie qui coïncident avec la nouvelle lune au dernier quartier et l'apogée provient de cette circonstance, que le baromètre est plus bas et la pression de l'atmosphère moindre dans ces trois premières périodes lunaires que dans les trois dernières. Ainsi tout ce que l'on peut conclure de ces remarques, c'est que la diminution de la pression atmosphérique causée par l'attraction lunaire, peut être rangée parmi les causes qui déterminent la chûte de la pluie. G. de C.

37. Températures des montagnes Neilcherry, dans l'Inde, et de Bombay, pendant l'année 1825. (*Madras Government Gazette*, du 6 avril 1826.)

Les 4 premiers mois ont été observés à Dimhutty, élevé de 7000 pieds au-dessus du niveau de la mer; les autres en un lieu élevé de 2000 pieds.

Maximum 89, juin; minimum, 60, février.

38. Effets de l'air raréfié des montagnes sur le pouls. (*Edinb. new philosoph. Journ.*; juillet-oct., 1828, p. 389)

Le D[r] Brunner de Berne a présenté à la Société helvétique des sciences naturelles la deuxième partie d'un Essai de son Voyage à l'Etna, en 1826, dans lequel, en décrivant cette montagne et ses phénomènes volcaniques, il entre dans de grands détails sur les limites de la neige. Il parle particulièrement du phénomène de l'accélération du pouls et du changement dans ses battemens produits en s'élevant sur les hautes montagnes Il mentionne les exemples les plus remarquables de ces deux phénomènes et rapporte ce qu'il a eu occasion d'observer lui-même à ce sujet. Au bord de la mer son pouls battait de 62 à 65 fois par minute, à Nicolosi à 3200 pieds, 72 fois, à la Casa-Gemellara, à 9300 pieds, 80 fois, et au sommet, à 10,152 p., 84 fois. G. de C.

39. Un aérolithe est tombé, en nov. 1822, à Bourpoor, village de la juridiction de Futtehpore, à 70 milles N.-O. d'Allahabad. Il fut aperçu en même temps à 250 milles à l'Est d'Allahabad. (*Edinburgh. Journ. of sciences*; n° 15, p. 171.)

40. Aurores boréales.

Une brillante aurore boréale a été vue en Écosse le 27 et le 28 août 1827.

Dans le Roxburghshire on a observé une brillante aurore boréale le 6 octobre 1827; une autre également brillante le 18 novembre et une faible aurore le 19 novembre de la même année.

41. Sur les observations barométriques en rapport avec l'agitation de l'atmosphère, et sur la température de Washington; par Jul. de Wallenstein. (*Boston Journ.*; janv.-mars 1826, p. 277.)

L'auteur se plaint d'abord du peu de progrès des sciences naturelles, ce qu'il attribue, d'une part, à l'imperfection des instrumens, et, de l'autre, au peu de constance et d'exactitude des observateurs. Il donne ensuite une table qui a pour but de faire voir combien certains vents ont dominé pendant un temps

onné. Après avoir rapporté diverses observations de M. Buch n Laponie et du commodore Krusenstern, dans le détroit de Behring et l'océan Pacifique, il fait la récapitulation suivante le son intéressant travail.

Hauteur moyenne du Baromètre pendant la durée des vents cités.

(Ces observations barométriques sont réduites à o du thermomètre centigrade, et corrigées de l'attraction capillaire.)

SEPTEMBRE — VENTS.	86 OBSERVATIONS. Numéros des observations.	Baromètre.	OCTOBRE. — VENTS.	90 OBSERVATIONS. Numéros des observations.	Baromètre.	NOVEMBRE — VENTS.	89 OBSERVATIONS. Numéros des observations.	Baromètre.
		lign.			lign.			lign.
Nord......	8	357,036	Nord......	9	356,796	Nord......	12	358,776
Nord-est...	9	356,520	Nord-est...	4	356,444	Nord-est...	2	359,400
Est........	4	356,172	Est........	5	358,872	Est........	3	359,868
Sud-est....	18	355,544	Sud-est....	10	357,264	Sud-est....	8	359,904
Sud.......	17	356,424	Sud.......	29	357,984	Sud.......	26	359,352
Sud-ouest..	3	354,528	Sud-ouest..	6	358,880	Sud-ouest..	4	360,332
Ouest......	5	356,796	Ouest......	4	358,116	Ouest......	8	358,950
Nord-ouest.	22	356,376	Nord-ouest.	23	355,332	Nord-ouest	26	359,256

La Table suivante montre la différence d'un jour à l'autre, urant le mois de novembre, relativement aux hauteurs moyennes du baromètre.

JOURS.	HAUTEUR MOYENNE du Baromètre.	DIFFÉRENCES.	JOURS.	HAUTEUR MOYENNE du Baromètre.	DIFFÉRENCES.
1	29,461	....	16	29,875	— 0,008
2	29,727	+ 0,266	17	29,602	— 0,273
3	30,141	+ 0,414	18	29,788	+ 0,186
4	30,177	+ 0,136	19	30,083	+ 0,295
5	30,319	+ 0,042	20	29,895	— 0,188
6	30,188	— 0,131	21	29,297	+ 0,102
7	30,053	— 0,135	22	29,990	— 0,007
8	29,874	— 0,179	23	30,137	+ 0,147
9	29,834	— 0,040	24	29,878	— 0,259
10	29,915	+ 0,081	25	29,916	+ 0,038
11	29,850	— 0,065	26	30,003	+ 0,087
12	30,103	+ 0,253	27	30,007	+ 0,004
13	30,015	— 0,088	28	30,010	+ 0,003
14	29,711	— 0,034	29	29,970	— 0,040
15	29,875	+ 0,172	30	29,901	— 0,069

L'auteur, comparant ses observations avec celles de M. Biot, faites à Paris, en novembre 1825, a trouvé que l'élévation du baromètre avait été plus grande à cette époque à Washington qu'à Paris. Telle est la variété et l'importance des résultats auxquels de longues observations peuvent conduire, qu'on pourra, par la suite, écrire une histoire naturelle de l'atmosphère. De grands changemens de température sont prouvés par les anciennes annales. Des rivières qui étaient gelées au temps de Jules César et d'Auguste, par exemple le Tibre et le Rhône, coulent maintenant dans les hivers les plus rigoureux. La mer Noire n'est plus gelée comme au temps de Constantin Copronime; l'Allemagne et la France sont des régions tropicales, en comparaison du degré de froid que les anciens leur attribuaient. Les observations de M. Wallenstein ont été faites du 18 avril 1823 au 18 avril 1824. La température moyenne déduite de ces observations est de 58°,5 (degrés Fahrenh.) pour toute l'année; elle est de 65°,5 pour l'été, et de 47°2 pour l'hiver. Il termine en rappelant l'intéressante dissertation de M. de Humboldt sur la distribution de la chaleur sur la surface du globe. CHEV...T.

CHIMIE.

42. A DICTIONARY OF CHEMISTRY, etc.—Dictionnaire de Chimie, dans lequel les principes sont développés d'une manière nouvelle, et où sont détaillées ses applications aux phénomènes de la nature, à la médecine, à la minéralogie, à l'agriculture et aux manufactures; par André URE. 3e édit.; un fort vol. in-8°; impression serrée à doubles colonnes; prix 1 liv. st. Londres, 1827; Tegg.

En écartant de ce dictionnaire tout ce qui n'est pas au niveau des connaissances actuelles, et en y joignant le résumé de toutes les découvertes nouvelles, l'auteur a fait de cette édition un nouvel ouvrage, et il complette tout ce que pouvait réclamer la science.

43. CHEMISCHE ABHANDLUNG ÜBER DAS LITHIUM. — Traité chimique sur le Lithium; par Ladislas KRALOVANSZKY, Dr en chimie. 74 pag, in-8°. Vienne, 1827; Gérold.

Cette monographie, d'après les renseignemens qu'en donne le journal de Schweigger (n° 10, 1828), est faite avec beaucoup de soin, et contient le résultat d'un grand nombre de recherches nouvelles.

44. Recherches sur le Platine; par M. Döbereiner. (*Jahrb. der Chemie und Physik*; T. XXIV, p. 412; n° 12, 1828).

a. Lorsqu'on dissout du chlorure de platine dans environ 300 parties d'eau, qu'on aiguise la dissolution avec de l'acide hydrochlorique, et qu'on y plonge du zinc métallique, il se fait peu-à-peu un précipité pulvérulent, que les chimistes ont toujours considéré comme du platine pur, mais sans doute à tort; car à l'état de siccité ce corps s'échauffe et prend une couleur plus claire, s'il est exposé à l'air et humecté avec de l'alcool; enfin il devient incandescent, surtout après avoir été traité par l'acide nitrique, quand (au contact de l'air) on l'expose à un courant de gaz hydrogène.

b. Quand on traite à plusieurs reprises du chlorure de platine avec de l'alcool absolu, à une douce chaleur, on finit par obtenir une masse brune, qui se charbonne facilement à une température plus élevée, mais qui, dissoute dans une grande quantité d'alcool, fournit un liquide très-propre pour en enduire le verre, de manière à former des miroirs de platine. A cet effet on trempe le verre dans la dissolution alcoolique, on fait ensorte que celle-ci s'y répande uniformément, et on le chauffe ensuite jusqu'au rouge dans la flamme d'une lampe à alcool. L'enduit de platine, ainsi produit, donne parfaitement l'éclat d'un miroir, et adhère si bien, qu'il devient impossible de le détacher. Mais si l'on met un semblable miroir dans de l'eau mélangée d'acide hydrochlorique, et qu'on place en même temps une lame de zinc dans le liquide, toute la couche de platine adhérente au verre se dissout presqu'instantanément.

c. La décomposition de l'oxide de carbone par l'oxisulfure sec de platine a toujours été observée par M. Döbereiner, quoique d'autres aient douté de ce fait. Il a trouvé que 12 à 15 grains d'oxisulfure (obtenu lorsqu'on expose pendant plusieurs semaines à l'action de l'air du sulfure de platine préparé par la voie humide) suffisent pour décarboner un pouce cube de gaz oxide de carbone, et qu'il reste exactement dans cette ex-

périence un demi pouce cube de gaz acide carbonique, ce qui prouve que l'oxide de carbone est composé de volumes égaux de vapeur de carbone et de gaz acide carbonique. — L'hydrogène protocarboné et l'hydrogène deutocarboné se comportent autrement; ils sont absorbés en grande partie par l'oxisulfure de platine, et transformés en acide acétique, sans aucune influence de l'air atmosphérique.

d. Le suboxidule de platine est un excellent moyen pour découvrir la présence de l'alcool dissous soit dans l'air atmosphérique, soit dans un liquide quelconque; on peut même, à son aide, en déterminer la quantité. Ainsi, en mettant une goutte d'alcool dans un flacon de 3 ou 4 pouces cubes de capacité et rempli d'air sec, et en portant dans ce flacon quelques grains de suboxidule de platine sur une petite lame suspendue à un fil de platine, on observe au bout de quelques minutes que toute la surface interne du flacon devient humide, et que cette humidité se réunit aux petites gouttelettes, qui rougissent le papier de tournesol. Cette expérience réussit bien, surtout sous l'influence de la lumière, qui échauffe tant le suboxidule, à cause de sa couleur noire, que l'acide acétique s'évapore au moment même de sa formation. Pour déterminer la quantité d'alcool contenu dans un liquide, comme dans le vin, dans la bière, etc., on se sert d'un appareil particulier, qui communique avec une cloche de verre graduée et remplie de gaz oxigène : dans cet appareil de petites quantités d'un liquide alcoolifère sont rendues acides dans peu d'heures, et d'après le volume d'oxigène consumé on calcule la quantité d'alcool contenu dans le liquide qu'on avait soumis à l'épreuve (100 p. d'alcool absolu se combinent avec 69,5 p. d'oxigène pour passer à l'état d'acide acétique). M. Döbereiner promet de plus amples détails sur son appareil, auquel il donne le nom d'*Acetogenator*. K.

45. Note sur quelques faits relatifs a l'action des métaux sur les gaz inflammables; par MM. Aug. De la Rive et F. Marcet. (*Annal. de Phys. et Chimie;* nov. 1828, p. 329.)

En publiant les observations relatives à l'incandescence du platine soumis à un courant de gaz hydrogène, M. Pleischl avait cru remarquer que le métal ne pouvait jouir de cette propriété au-dessous de 7° cent. MM. Aug. De la Rive et Marcet se sont

assurés par expérience, qu'en imbibant jusqu'à trois fois une feuille de papier joseph, d'une solution d'hydrochlorate de platine, brûlant le papier et en recueillant les cendres, le platine refroidi et amené à une température au — 20°, devenait encore rouge sous un courant d'hydrogène; seulement, à mesure qu'on s'approche de cette limite, l'incandescence n'est plus instantanée comme dans les températures ordinaires. Le palladium, l'or et l'argent jouissent des mêmes propriétés, à l'exception que le second ne présente ce phénomène qu'à 50° environ, et que la température du troisième doit être entre 120° et 130°. Ces habiles physiciens n'en sont pas restés là, ils ont décrit les résultats obtenus en mettant d'autres gaz en contact avec le platine et le palladium, préparés par le même procédé: à 100° seulement le platine est rendu incandescent par l'hydrogène carboné (gaz oléfiant); quelquefois le gaz lui-même s'enflammait.

Le gaz hydrogène sulfuré ne produit ce résultat qu'à une température supérieure à 100°. Enfin l'oxide de carbone n'a qu'à 80° sur le platine, et à 120° sur le palladium. Les auteurs de ce mémoire citent une dernière expérience plus remarquable encore que toutes ces dernières : dans le vide ils firent arriver sur le platine un courant d'hydrogène, ils n'observèrent aucun effet produit, point de calorique dégagé; mais en recommençant l'expérience, en laissant seulement dans le récipient une quantité d'air capable de soutenir un pouce et demi de mercure, les phénomènes suivans se passèrent: le platine rougit sensiblement par l'action du courant d'hydrogène dirigé sur lui, et la chaleur développée fut telle que le thermomètre s'est cassé immédiatement, il ne pouvait indiquer une température supérieure à 150°. Ce phénomène est d'autant plus remarquable, que la quantité d'oxigène contenue dans le récipient n'était que la dix-huitième partie de ce qu'elle aurait été sous la pression ordinaire, et seulement la quatre-vingt-dixième partie de ce qu'elle serait si le récipient était lui-même rempli d'oxigène. Or, on sait que dans un air raréfié à ce point, toute combustion ordinairement cesse, et cependant cette espèce de combustion déterminée par l'action du platine sur l'hydrogène a pu se manifester. ÉDOUARD LAUGIER.

46. Sur un composé solide de Cyanogène ou *de ses élémens, et sur un nouveau composé de carbone et d'azote*; par James Johnston. (*Edinb. journ. of science ;* juillet 1829, p. 75).

Quand on prépare le cyanogène, il reste dans le tube une matière qui ressemble à du charbon, la quantité en est très-petite quoiqu'elle varie toujours; cette matière est quelquefois extrêmement légère et brillante, et donne dans ses points de contact avec le tube un éclat métallique; elle varie aussi en dureté et en densité, et de l'état de charbon léger, comme elle a été désignée par Gay-Lussac, à celui d'un corps dense, dur et sonore : en masse elle est brune ou olive; mais en couches minces elle est brune; elle salit les doigts; à la flamme d'une lampe elle brûle très-lentement et sans bruit; chauffée au rouge dans une capsule de verre elle ne donne pas de fumée et se dissipe très-lentement en ne laissant pas de résidu appréciable; à une haute température, dans un creuset d'argent ou de platine, elle fond et disparaît plus rapidement. En poudre fine elle est insoluble dans l'alcool, l'ammoniaque et l'acide nitrique. Elle se dissout dans les acides sulfurique et muriatique concentrés, et donne avec ce dernier une couleur jaune-brun. — Par l'évaporation à siccité, le résidu est insoluble dans l'eau : celui de l'acide muriatique est rougeâtre et celui de l'acide sulfurique noir-grisâtre, la potasse caustique le dissout partiellement, probablement par suite d'une décomposition; triturée avec du chlorate de potasse elle détonne par par la chaleur et non par la percussion.

On a supposé que ce charbon provenait de la décomposition d'une partie de cyanogène, mais on ne trouve pas d'azote dans le gaz. — Ce charbon brûlé par le chlorate de potasse a donné pour moyenne de sept expériences,

Acide carbonique	2,320.
Azote	1,173.

Ce qui donne pour sa composition les mêmes proportions que dans le cyanogène.

Préparé de cette manière, le résidu contient toujours des traces de mercure, mais en le chauffant longtemps sur une lampe à esprit-de-vin, le mercure se volatilise.

La matière qui se dépose de la dissolution du cyanogène par l'alcool étant desséchée fortement donne les mêmes proportions

de carbone et d'azote que la précédente, mais séchée au-dessous de 100° elle renferme 1 atôme de cyanogène.
4 at. d'hydrogène.

Quand on évapore l'alcool qui contient du cyanogène, il devient sans couleur, puis jaune et rouge foncé et donne un nouveau sédiment. La matière qui reste dans la cornue, séchée à 100°, donne une poudre chocolat de l'odeur et de la saveur de la rhubarbe, d'où la potasse caustique dégage de l'ammoniaque; chauffée dans un tube, cette substance donne une fumée blanche qui se condense sur les parois du tube, avec l'odeur, la couleur et la saveur de la rhubarbe, et il reste une matière d'un noir bleu, dense et d'un grand éclat, et se brisant comme la houille en couches minces; par le chlorate de potasse elle a donné: acide carbonique 2,75, azote 1,4.

L'alcool nouvellement saturé par le cyanogène ne donne pas de précipité avec le bi-chlorure de mercure, mais quand il est devenu brun il donne un précipité brun qui devient rouge; avec le nitrate d'argent, un précipité tout-à-fait caractéristique; il est d'abord brun comme celui de mercure, il noircit successivement, et la liqueur surnageante devient pourpre : ce précipité donne par le chlorate 2 vol d'acide carbonique contre 1 d'azote.

Quand on chauffe le carbone solide dont on vient de parler, il se décompose et on obtient un composé de 3 atômes de carbone et 2 d'azote, que l'on peut regarder comme un sesquicarbure ou comme un mélange de proto et de bi-carbure. Plus fortemement chauffée, cette matière contient 7 atômes de carbone et 6 d'azote.

M. Johnston croit que l'on a déjà entrevu des combinaisons de ce genre, et Scheele a vu que quand on distille l'acide utrique, il reste un charbon qui conserve sa couleur noire sur un fer rouge; il pense que c'était un carbure d'azote. Il pense aussi que les houilles contiennent des composés de cette nature.

G. de C.

47. Examen chimique des Oxides de Manganèse; par Ed. Turner. (*Transact. of the Irish. Academy—Phil. Mag. and Annals of philosophy*; juillet 1828, p. 35 et août p. 96.)

I^{e} Partie. Pour déterminer le poids de l'atôme de manganèse, le Dr Turner se sert du carbonate pur préparé de la manière

suivante. — De l'oxide provenant de la préparation de l'oxigène fut chauffé jusqu'au rouge blanc pendant ½ heure avec ⅙ de charbon, l'oxide fut dissous dans l'acide hydrochlorique, la solution évaporée à siccité et le résidu fondu à une chaleur rouge, le chlorure de manganèse obtenu ne contenait qu'une trace de chaux qui fut séparée par l'oxalate de potasse; la liqueur fut ensuite précipitée par le bi-carbonate de potasse, et le précipité lavé avec soin, et après avoir enlevé la couche brune qui s'était formée à la surface, séché dans le vide sur l'acide sulfurique. Ce sel donnait une dissolution incolore par l'acide sulfurique.

En dissolvant le carbonate dans un acide on fait erreur sur la quantité d'acide carbonique, à moins de prendre la précaution indiquée par le Dr Turner, qui consiste à faire passer le gaz dans un tube de chlorure de calcium et de faire bouillir la liqueur quelques minutes.

20,68 grains, perdent 7,18 ou 34,72 pour cent, et le carbonate est formé de

protoxide de manganèse	56,853.
acide carbonique	34,720.
eau	8,427.
	100,000.

Le poids de l'atôme d'acide carbonique étant 22 celui du protoxide de manganèse sera 36,024, soit 36, et celui de métal 28, en admettant un équivalent de manganèse et un d'oxigène. Cette analyse coïncide avec celle du Dr Thomson, mais s'éloigne beaucoup de celle du Dr Forchhammer, qui regarde le carbonate de manganèse comme formé de 33,05 d'acide et 51,755 d'oxide, ce qui donne 34,45 pour poids de l'atôme.

Sulfate de Manganèse. Il paraît douteux que l'eau trouvée soit essentielle parce qu'elle n'est pas en proportion atomique.

D'après le Dr Forchhammer, le sulfate de manganèse contiendrait 54,378 d'acide et 45,622 de protoxide, et le poids atomique de l'oxide serait 33,56, nombre très-différent du premie

Thomson a analysé le sulfate de manganèse en le précipitai par le chlorure de barium, mais Berzélius admet que dai cette expérience 2,5 de chlorure de barium restent dans la queur, et le Dr Turner a trouvé aussi de la baryte en excè

9 Grains de protoxide de manganèse pur préparé en dé

posant le peroxide par l'hydrogène dissous dans l'acide sulfurique et le sel chauffé au rouge ½ heure, il pesa 19,01, ce qui donne 35,96 pour l'atôme d'oxide.

Le sulfate de manganèse peut être tenu au rouge une heure sans perdre d'acide, en le séchant d'abord doucement et élevant graduellement la température.

Chlorure de Manganèse. D'après John Davy le chlorure de manganèse contiendrait 54 de chlore et 46 de manganèse; il le formait en chauffant le muriate dans un tube effilé, Arfwedson (*Annals of phil.* nouv. série, T. VII, p. 274) a trouvé 84,03 de chlore et 66,77 de manganèse, ce qui donnerait pour équivalent du manganèse 28,61. Il obtint le chlorure en chauffant le carbonate de manganèse dans une boule soufflée sur un tube à baromètre, et y faisant passer un courant d'acide muriatique. Ces moyens paraissent défectueux à M. Turner, il soumet à l'action du gaz muriatique dans un tube de baromètre le muriate sec : il a trouvé pour sa composition :

manganèse	28. 06
chlore	36.

et d'après celà, le nombre atomistique du manganèse serait 28 et celui de l'oxide 36.

Protoxide de Manganèse. On l'obtient en chauffant l'un des oxides supérieurs ou le carbonate avec l'hydrogène; la décomposition commence au-dessous du rouge. Cet acide a une couleur verte d'herbe. Forchhammer avait dit que cet oxide pouvait à peine être pesé sans absorber d'oxigène. M. Turner a trouvé, au contraire, qu'il peut être gardé 15 jours à l'air sans éprouver d'altération. — C'est le seul oxide de manganèse qui donne des combinaisons stables avec tous les acides; il développe beaucoup de chaleur avec l'acide sulfurique et même avec l'acide muriatique. On l'obtient en faisant bouillir de l'acide sulfurique concentré sur l'oxide de la nature.

Oxide rouge. On l'obtient en chauffant au blanc du nitrate, il contient 92,951 d'oxide vert et 7,049 d'oxigène, ou 72,291 de manganèse et 27, 709 d'oxigène.

Deutoxide.. On l'obtient en chauffant longtemps au rouge le nitrate ou le peroxide, mais quelque variation dans la température ou le temps de l'opération donne lieu à un dégagement d'oxigène différent. Il est forme de 28 ou un équivalent de

manganèse, et 12 ou un équivalent $\frac{1}{2}$ d'oxigène, ou mieux il contient 2 équivalens de métal et 3 équivalens d'oxigène, ou enfin on peut le regarder comme composé de 1 équivalent de peroxide 44, et 1 équivalent de protoxide 36. Chauffé avec l'acide sulfurique, il se dégage de l'oxigène et il se produit du proto-sulfate.

Peroxide. Pour le préparer, on évapore à siccité le nitrate et on le chauffe jusqu'à ce que la matière soit bien noire; mais il est difficile d'atteindre le point où l'acide nitrique soit entièrement chassé, et ou un peu d'oxigène ne le soit pas encore; il contient 1 équivalent de métal 28 et 2 équivalens d'oxigène 16.

II[e] Partie. *Analyse de plusieurs minerais de Manganèse.*

Le mode d'analyse suivant a été suivi pour chacun d'eux. La mine, pulvérisée dans un mortier d'agathe a été lavée à l'eau distillée. Quelques-uns lui ont donné un peu de sulfate et de muriate de chaux, quelquefois un pen de muriate de soude; c'est à la présence de ces muriates qu'est dû le chlore obtenu par M. Macmullin, en traitant quelques oxides de manganèse par l'acide sulfurique. La quantité d'eau a été déterminée en calcinant la mine au rouge et faisant passer les produits sur du chlorure de calcium. La quantité d'oxigène en chauffant la mine au rouge blanc ou en la traitant par le gaz hydrogène. L'eau de la mine ne contenait jamais d'acide ni d'alcali. — Les mines, traitées par l'acide muriatique et la liqueur évaporée à siccité, tout se redissolvait dans l'eau, à l'exception d'un peu de silice et de traces d'oxide rouge de manganèse, provenant de la décomposition d'un peu de chlorure; ce qui prouve qu'elles ne contenaient ni acide phosphorique, ni acide arsénique. Quelques-unes contenaient des traces de chaux, et toutes les espèces, une exceptée, renfermaient de la baryte.

L'analyse détaillée de ces oxides est plutôt intéressante sous le rapport minéralogique que sous le rapport chimique, nous nous abstiendrons de la faire connaître. G de C.

48. Sur un nouveau composé d'Oxigène et de Manganèse, avec des Remarques sur le Mémoire du D[r] Turner sur les Oxides de ce métal; par R. Philips. (*Ibid.* p. 209.)

M. Philips croit avoir trouvé un oxide de manganèse, différent du ceux connus, dans l'oxide natif de Warwickshire. Ce

minéral a une couleur grise, il est moins brillant que le peroxide, plus dur et ne salit pas les doigts comme lui, il est plus léger dans le rapport de 4,283 à 4,819, on y découvre une trace de muriate de chaux en le faisant bouillir avec l'eau.

Ce minéral contient de petites quantités de silice et de sulfure de cuivre; traité par l'acide sulfurique, il donna un peu moins des $\frac{3}{4}$ de l'oxigène que devait donner le peroxide; sa composition est sensiblement la même que celle du manganite, il contient :

Protoxide de Manganèse	81,12.	ou	Manganèse	63,0.
Oxigène	13,48.		Oxigène	31,6.
Eau	5,40.		Eau	5,4.
	100			100

Sa composition atomique paraît être

2 at. Deutoxide	80.
2 at. Peroxide	88.
1 at. d'Eau	9.
	177.

M. Philips ajoute à son Mémoire quelques observations sur le sulfate rouge de manganèse, qui, d'après le Dr Turner, perd sa couleur très-facilement; cela n'a lieu qu'en étendant la liqueur de beaucoup d'eau, et alors il s'en précipite du peroxide.

D'après M. Philips la composition des oxides et des acides du manganèse est

	atômes.		
	mang. oxig.	mang.	oxig.
Protoxide	1 + 1.	28	+ 8.
Deutoxide	2 + 3.	28	+ 12.
Peroxide	1 + 2.	28	+ 16.
Oxide rouge	3 + 4.	28	+ 10,66.
Oxide de Warwick	4 + 7.	28	+ 14.
Acide manganeux	1 + 3.	28	+ 24.
— manganique	1 + 4.	28	+ 32.

G. de C.

49. Remarques de M. Ed. Turner sur l'Essai sur le Manganèse de M. Philips. (*Philos. Mag. and Annals of Philos.*; avril 1829, 254).

M. Turner n'est pas d'accord avec M. Philips sur les résultats que celui-ci a obtenus relativement à une nouvelle mine de man-

ganèse (*Voy.* l'article précédent), en opérant sur un échantillon qu'il a reçu de ce savant.

D'abord, il trouve inexacte la description minéralogique que donne M. Philips du minerai de Warwickshire, il ne regarde pas ce minerai comme un nouveau composé défini de manganèse; mais comme un mélange de deux oxides bien connus, le manganite ou deutoxide hydraté et le pyrolusite ou peroxide anhydre : ces oxides sont si intimement mêlés qu'il est difficile de les obtenir à l'état de pureté. M. Turner a réussi à séparer quelques fragmens de manganite très-pur, et quoique leur forme cristalline ne soit pas déterminable, tous les autres caractères coïncident avec ceux du manganite d'Ihlefield. L'analyse chimique donne :

	Manganite de la mine de Warwickshire.	Manganite d'Ihlefield.
Oxide rouge.......	86,25.	86,83.
Oxigène..........	3,25.	3,05.
Eau..............	10,12.	10,10.
	100,00.	100,00.

Les oxides sont intimement mêlés dans le minerai de Warwickshire, mais en les pulvérisant on distingue des parties qui se broient aisément et d'autres qui résistent beaucoup, ils ne sont pas en proportions uniformes; les parties plus dures, compactes et lamelleuses sont particulièrement formées de manganite, et le peroxide est en plus grande proportion dans les parties formées de petits grains cristallins, si peu cohérentes qu'elles se brisent sous les doigts : dans les premières, la quantité d'eau est de 4, 97 et dans les antres de 2,97.

M. Turner répond ensuite à une observation de M. Philips sur l'analyse du manganite relative à la perte, par la chaleur, qu'éprouve ce minerai; ce n'est pas par cette perte qu'a été déterminée la quantité d'eau, elle consiste aussi en oxigène, mais l'eau a été déterminée en faisant passer le gaz sur des chlorures de calcium. G. de C.

50. Recherches sur le Manganèse et ses oxides; par M. Bachmann, à Vienne. (*Jahrbuch der Chemie und Physik;* T. XXIX, p. 74, 1829).

Une série de travaux importans entrepris sur le manganèse,

a appris à l'auteur que le poids atomistique de ce métal est = 710,5327, et que 100 parties de manganèse se combinent avec

14,07 parties d'oxigène pour former l'oxidule.
23,46 .... l'oxide oxidulé
28,14 .... l'oxide.
42,21 .... l'hyperoxide.
56,28 .... l'acide manganique.

51. Nouvelle théorie de la nitrification; par M. Longchamps. (*Annales des sciences d'observation*; Tom. I[er], n° 1, janv. 1829, pag. et n° 2.)

Cet article ne contient que le résumé du mémoire publié par M. Longchamps dans les *Annales de chimie* de 1826, un extrait du rapport fait à l'Académie des sciences par M. Beudant, et la critique de ce rapport par l'auteur de cette Théorie de la nitrification, dans une lettre qu'il adressa au président de l'Académie. Ces faits étant déjà connus de nos lecteurs, et M. Longchamps ne présentant aucune vue nouvelle, nous ne le suivrons pas dans cette discussion, qui a d'ailleurs l'inconvénient d'être devenue tout-à-fait personnelle.

Dans le numéro suivant des mêmes Annales (février 1829), M. Longchamps donne, dans un seul tableau, une idée complète de sa théorie; il fait d'abord l'historique des différentes opinions sur la nitrification, depuis Glauber jusqu'à nos jours, et il paraît démontré à M. Longchamps qu'on ne peut point lui contester d'être l'auteur de sa Théorie, et qu'aucun autre avant lui n'en avait eu l'idée, comme tendrait à le faire croire le rapport de M. Beudant; il est difficile, en effet, de trouver une expression de la Théorie de M. Longchamps dans quelque passage assez obscur des Anciens, et, dans ces derniers temps encore, on n'admettait *de formation possible de salpêtre que par le concours d'une matière animale, et même que tout l'azote nécessaire à la formation de l'acide nitrique est fourni par les substances animales.* Ainsi donc, s'il y a quelque honneur à avoir imaginé la nouvelle théorie de la nitrification, il doit revenir tout entier à M. Longchamps.

Cette théorie est exprimée en ces termes:

1° L'oxigène et l'azote de l'air, sollicités à la combinaison par l'action qu'exerce la porosité des corps et par la présence de l'eau et d'une base, s'unissent pour former l'acide nitrique.

Berzélius, répétées à deux fois différentes, et confirmées par Javal.

Pour déterminer la quantité d'oxigène dans le peroxide, le Dr Thomson a dissous une quantité donnée d'or dans l'eau régale et rendu la liqueur aussi neutre que possible, en l'évaporant à une douce chaleur et redissolvant le sel dans l'eau. Le protosulfate de fer précipitant l'or et M. T. ayant prouvé que 1 atôme de fer pèse 3, 5, l'oxide était formé de 1 atôme de fer et 1 1/2 d'oxigène; si le poids de l'or est 25, que le peroxide d'or contienne 3 atômes d'oxigène, pour réduire 1 atôme de peroxide d'or il faudra 6 atômes de protoxide de fer, ou, pour 28 grains d'oxide d'or, 27 de protoxide de fer. Pour vérifier cette supposition, 52 grains d'or furent dissous dans l'eau régale, et la solution mêlée avec 208, 5 grains de sulfate de fer vert nouvellement cristallisés; l'or précipité pesa 48, 04 ou 1, 96 de moins que celui dissous. On versa une nouvelle quantité de sulfate de fer dans la liqueur, et on obtint 1, 67 d'or; on n'avait donc perdu que 0, 29 grain, ce qui provenait probablement de la méthode imparfaite de laver l'or, qui était la décantation.

La quantité d'or précipitée par le sulfate était presque 2 grains de moins qu'elle eût dû être. En essayant la dissolution de fer par le ferrocyanure de potassium, on trouva qu'elle précipitait en bleu foncé; il y avait donc du fer à l'état de peroxide, à cause de l'air adhérent aux cristaux ou provenant de l'eau.

En répétant l'expérience avec tout le soin possible, 25 grains d'or furent employés avec 104. 25 de sulfate de fer un peu acide, parce que l'acide empêche l'oxigénation. L'or précipité pesa 24, 9. Le fer n'était pas encore en entier à l'état de protoxide, il donnait du bleu avec le prussiate.

On avait employé 208, 5 grains de sulfate de fer pour 50 d'or, parce que le sulfate de fer contient

1	atôme acide sulfurique	5
1	potasse de fer	4, 5
7	eau	2, 875
		17, 375

contenant un équivalent de sulfate de fer; et comme on devait réduire 2 atômes d'oxide d'or, il en fallait 12 de protoxide de fer.

Pour s'assurer si le muriate d'or était, comme il l'avait avancé dans ses *Premiers Principes*, un composé d'acide muriatique et d'oxide d'or, 32 grains d'or furent dissous dans l'eau régale et la liqueur évaporée avec soin jusqu'à ce qu'elle prît une couleur rouge brunâtre, elle se solidifia et pesait 42, 8. Par l'eau, il resta une matière verdâtre, qui, chauffée à la lampe d'esprit-de-vin, pesa 0, 8 grain; ainsi 42 grains de muriate d'or contenaient 24, 2 d'or.

Quand on verse du nitrate d'argent dans la dissolution d'or, ce métal se précipite avec le muriate d'argent. L'or fut donc précipité par une lame de cuivre, et le cuivre précipité ensuite par la potasse, l'excès de celle-ci saturé par l'acide nitrique et la liqueur précipitée par le nitrate d'argent : le chlorure d'argent pesa 34,85 grains, équivalent de 8,543 de chlore ou 8,78 d'acide muriatique.

Il paraît donc que 24,2 grains d'or à l'état de peroxide sont combinés avec 8,78 d'acide muriatique, et parconséquent 25 grains d'or à l'état de peroxide doivent être unis avec 9,11 d'acide muriatique, c'est 0,14 de moins que 9,25 équivalent de 2 atômes d'acide muriatique Le poids du sél sec étant de 42,8, il doit contenir 5 atômes d'eau, et être formé de

2 atômes acide muriatique.....	9,25
1 — peroxide d'or...........	28
5 — eau....................	5,625
	42,875

La précipitation de l'or par le sulfate de fer semble prouver que l'or est à l'état d'oxide, et alors combiné avec l'acide muriatique, et non avec le chlore. Il est également clair que dans le chlorure de sodium et d'or, ce métal n'est pas oxidé, mais à l'état métallique combiné au chlore, et cela explique pourquoi il est si difficile de décomposer par la chaleur le chlorure de sodium et d'or, tandis qu'il est si aisé de décomposer le muriate d'or à une chaleur modérée.

L'or fournit une preuve frappante du danger de conclure la composition d'un chlorure de celle d'un oxide; le peroxide d'or contenant 3 atômes d'oxigène, on devrait en conclure que le chlorure contient 3 atômes de chlore, et il n'en contient que 2 : c'est probablement la cause pour laquelle le muriate d'or ne peut être réduit à l'état de chlorure par la chaleur.

Il y a une grande analogie entre le muriate d'or et l'hydro-cyanate de potasse. L'un et l'autre sont aisément décomposés par la chaleur dans leur état isolé, mais ils deviennent permanens quand ils sont combinés, le premier avec un muriate alcalin, et l'autre avec un hydrocyanate métallique.

Berzélius a dernièrement adopté l'opinion que l'acide muriatique ne se combine pas avec les oxides métalliques, mais qu'il n'existe que des *chlorures*. Cela est indifférent pour beaucoup de combinaisons; mais, pour le muriate d'or, par exemple, le Dr Thomson pense que les expériences qu'il a faites prouvent que ce ne peut être un chlorure. Il en est de même du *permuriate d'étain*. Il a prouvé dans ses « *premiers principes* » que le poids de l'étain est 7,25, qu'il forme deux oxides formés de 1 atôme d'étain, et 1 et 2 atômes d'oxigène. On prépare les deux muriates d'étain en grande quantité pour la teinture, le premier cristallise en gros prismes obliques à 4 pans, dont ordinairement l'une des arètes est remplacée par un plan tangent; il rougit fortement les couleurs végétales; les cristaux ont un éclat soyeux, mais le sel est transparent, et a une saveur acide, âcre et désagréable : sa densité est de 2,656. Il se dissout dans l'eau à l'exception de quelques flocons blancs d'hydrate d'étain. Il se fond par la chaleur, et coule comme le nitrate d'argent. Il se dissout dans l'alcool avec la même opalescence que dans l'eau, et ne se dissout pas dans l'huile de térébenthine, mais devient jaunâtre, opaque, et augmente de volume; il contient

1 atôme acide muriatique......	4,625
1 — protoxide d'étain..........	8,25
1 — eau....................	1,125
	14,000

On peut le considérer comme un atôme de chlorure et 2 d'eau.

Le permuriate cristallise en longues aiguilles blanches, qui paraissent être des prismes à 4 pans, il a une saveur âcre et légèrement acide, rougit les couleurs bleues, rend l'eau laiteuse; chauffé, il se fond, bout, perd son eau, devient jaune, et se volatilise en une fumée blanche, il renferme

1 atôme acide muriatique.......	4,625
1 — protoxide d'étain..........	9,25
$\frac{2}{3}$ — eau....................	0,75
	14,625

Le sel essayé contenait aussi une trace de protoxide; à peu près 1/20; l'eau paraissait interposée, car elle ne monte pas à un atôme; si on le regardait comme un chlorure, il contiendrait

1 atôme chlorure d'étain........	11,75
2 oxigène	2,00
1 hydrogène..................	0,125

L'hydrogène et l'oxigène ne pourraient former de l'eau, et si c'était un chlorure, on ne saurait expliquer pourquoi la potasse donne du peroxide plutôt que du protoxide. Le Dr Thomson le regarde donc comme un muriate. G. de C.

53. Sur les résines des différentes espèces de gommes-laques; par M. O. Unverdorben. (*Annalen der Phys. und Chemie;* 1828, n° 9, p. 116.)

L'auteur, par une série de procédés, a reconnu dans la gomme-laque la plus pure, celle en écailles, les principes suivans: 1) de la cire; 2) une petite quantité d'acide oléique et d'acide stéarique; 3) une résine soluble dans l'alcool et dans l'éther; 4) une résine soluble dans l'alcool et non pas dans l'éther, en grande quantité; 5) un corps très-peu soluble dans l'alcool froid, et se rapprochant par sa nature des résines; 6) une résine cristallisable; 7) une matière extractive brune, en très-petite quantité.

Les laques en grain et en bâtons contiennent, outre ces principes, de la laccine et une matière colorante extractive.

54. Concentration de l'alcool et des liquides spiritueux par la vessie; par Jos. Planiava. (*Zeitschrift für Physik und Mathem.;* 4e cah. du tom. 3e, p. 411, 434.)

Différens vins, un mauvais alcool et d'autres liquides spiritueux exposés quelque temps dans des vases fermés par des morceaux de vessies, se concentrent et acquièrent une odeur aromatique particulière. L'auteur explique ce phénomène, qui se lie évidemment à d'autres phénomènes récemment découverts, en supposant que la vessie ne peut donner passage qu'aux vapeurs aqueuses; la couche d'air reposant sur le liquide forme alors un espace saturé de vapeur d'eau, qui se déverse continuellement à l'extérieur. Ce phénomène est connu depuis longtemps. M.

55. Notice sur une matière colorante contenue dans quel-

ques algues; par le Dr RISTELHUEBER. (*Journ. de la Soc. des sciences, etc. du Bas-Rhin;* n° 1, p. 102.)

M. Jacquot Amé a remis à l'auteur une conferve qui se trouve sur l'eau du grand bain de Plombières, et sur laquelle il avait fait quelques observations. Cette conferve renfermée dans un vase donne au papier qu'elle touche une couleur violette. L'eau en digestion sur elle prend une couleur rouge. Cette couleur ne se développe que quand le végétal est mort. Le Dr Leclerc a retrouvé la même conferve aux eaux de Luxeuil.

M. Kneiff observa une couleur semblable dans diverses algues.

L'eau qui a macéré sur la conferve, qui fait le sujet de cette note, n'agit pas sur le papier de Curcuma, rougit celui de Tournesol; précipite le nitrate d'argent en brun. — L'acide oxalique fonce la couleur sans donner de précipité. Le carbonate de soude, l'ammoniaque, le nitrate de baryte. donnent à la liqueur une teinte rose. Le sublimé corrosif et l'acétate de plomb donnent un précipité bleu.

L'alcool produit avec la conferve une couleur vert foncé.

L'eau mise en contact avec la conferve desséchée est parfaitement limpide, sur les bords elle paraît bleue, et la plus grande partie de la surface semble rouge brunâtre ou canelle foncée; par réfraction elle est d'un bleu analogue à l'ammoniure de cuivre, par réflexion elle est rouge brun. En y versant de l'ammoniaque, la couleur bleue s'affaiblit et le rouge domine. Par réflexion comme par réfraction, avec de l'acide hydrochlorique, le rouge disparaît au contraire et la couleur paraît bleue; en saturant les deux liqueurs par un acide ou l'ammoniaque, la couleur bleue reparaît, mais moins intense.

Par l'évaporation, l'eau chargée de matière colorante donne une couleur bleue analogue à l'outremer.

Les faits relatifs à la couleur de cette conferve avaient été remarqués par M. Jacquot et signalés aussi dans un Mémoire de M. Bory de St.-Vincent; mais on trouve dans un Essai sur les eaux thermales de Bourbon l'Archambault, publié en l'an XII, par M. Faye, que ce médecin avait reconnu l'existence de cette matière colorante. G. DE C.

56. EXAMEN DE LA MATIÈRE CRISTALLISABLE DE L'HUILE VOLATILE DE FLEUR D'ORANGER; par M. PLISSON (*Journ. de Pharmac.* mai, 1828, p. 152.)

M. Plisson ayant remarqué que l'essence de fleur d'oranger dans de l'alcool laissait, au bout d'un laps de temps, déposer une matière blanche en paillettes nacrées, a fait quelques recherches, en mettant de l'alcool à 35° B. dans cette huile volatile jusqu'à ce qu'il n'y ait plus eu de précipité blanc. Il traita alors ce dépôt par de l'éther sulfurique qui le rendit soluble, et par une évaporation lente, il obtint des cristaux d'un très-beau blanc. L'huile volatile de fleur d'oranger récente, lui en a donné $\frac{1}{100}$ de son poids; quand elle est vieille elle n'en donne presque pas.

Propriété.

Sans odeur, sans saveur, sans action, sur les couleurs végétales elle a l'aspect du blanc de baleine trituré, elle fond à 55° cent., elle peut se sublimer en partie et se décomposer. Pesanteur spécifique 0,903 à la température de 14° cent.; insoluble dans l'eau, soluble dans 60 fois son poids d'alcool; dans l'essence de térébenthine. L'acide sulfurique la charbonne et se décompose. La potasse ne peut la saponifier. D'après ces propriétés, l'auteur pense que l'on peut la ranger dans la classe des corps gras, avec la cholestérine, l'ambréine, etc., quoiqu'elle n'éprouve aucune action de la part de l'acide nitrique et de la potasse; il lui donne le nom d'*aurade* (aurantium adeps).

Il pense que l'essence de neroli est plutôt purifiée par la privation de cette matière cristallisable qu'altérée.

Ch. de Filière.

57. Sur les mélanges de farine de froment; par M. Henry, (*Ibid.*; p. 127.)

Par un très-beau temps et l'aide d'une bonne loupe, il est assez facile de reconnaître la fécule amylacée de pomme de terre dans la farine de froment; mais M. Henry a pensé qu'une analyse approximative pouvait se faire par l'extraction du gluten, ce qu'il a fait avec 30 espèces de farines de 1827 et 1828, dont il avait reconnu la pureté, sans pourtant avoir la prétention d'en faire une analyse exacte, laissant à d'autres ce soin.

Toutes ces farines lui ont donné, terme moyen 10 1/4 pour cent de gluten sec et pulvérulent; et les farines dans lesquelles il pensait qu'il y avait mélange, lui en ont donné $\frac{6}{100}$. Il espère que par cette simple opération on pourra s'assurer s'il y a mélange.

Ch. de Filière.

58. Sur l'influence des Poisons sur les plantes douées de

MOUVEMENS EXCITABLES; par M. MACAIRE PRINCEP. (*Annal. de Chim. et Phys.*; sept. 1828, p. 86.)

L'auteur remarque d'abord que l'on peut constater l'absorption de certains poisons par l'altération de la couleur des végétaux. La fleur de la violette devient verte avant de mourir si l'on plonge la branche qui la porte dans une dissolution d'acétate de plomb. Au contraire, une dissolution de sublimé semble n'exercer qu'une action locale. Mais l'objet principal du mémoire est de soumettre l'irritabilité *végétale* à l'action de substances qui exercent une influence bien connue sur les fonctions des animaux. L'auteur plonge dans une dissolution d'opium, dans de l'acide prussique étendu, des branches d'épine vinette et de sensitive; les organes irritables de ces deux plantes, se contractent d'abord, puis se relâchent, pour devenir insensibles; il répète la même épreuve avec une dissolution de sublimé, d'acide arsénieux; il observe encore une contraction suivie d'épanouissement, mais les organes restent roides en même temps qu'inexcitables. Enfin il soumet une branche de sensitive à l'influence de la vapeur de l'acide prussique; les folioles relâchés ne se contractent plus ni dans le sommeil de la plante, ni par aucune excitation; mais après un temps plus ou moins long, elles recouvrent leur contractilité. DESSAIGNES.

59. SUR L'EMPOISONNEMENT DES VÉGÉTAUX PAR LES SUBSTANCES VÉNÉNEUSES QU'ILS FOURNISSENT; par M. MACAIRE PRINCEP. *Ibid.*; p. 95.)

Ce travail est une suite de celui qu'avait entrepris M. Marcet sur le même sujet. L'auteur a fait périr promptement des branches d'Hyoscianus niger, de Datura stramonium, de Momordica elaterium, en les plongeant dans de l'eau mêlée soit avec les extraits, soit avec le suc fourni respectivement par ces plantes. Des plantes entières, arrosées avec de l'eau ainsi empoisonnée, n'ont pas tardé à se flétrir et à succomber.

DESSAIGNES.

60. NOTE SUR LES FERRO-CYANURRES AVEC MAXIMUM DE CYANOGÈNES OU FERRO-CYANURES ROUGES; par M. KRAMER. (*Journ. de Pharmac.*; fév., 1829, p. 98.)

L'auteur a recherché un procédé moins long que celui indiqué par M. Gmelin. Pour préparer ce sel il décomposa, à une basse température, du cyanure de fer (bleu de Prusse) en excès

par du chlorure de potassium. Il a obtenu un liquide jaune, vu en petites masses, et rouge en grosses, qui ne précipitait point les sels de fer au maximum, et qui précipitait ceux au minimum.

Ce sel par l'évaporation lui a donné un peu de bleu de Prusse et des cristaux sous forme de pyramides à sommets quadrangulaires. Dans cet état il n'est pas pur, il le purifie par des cristallisations successives.

Cyanure rouge de Sodium.

Il n'a pas pu le préparer comme celui de potassium, il a été obligé de faire passer un courant de chlore dans la solution qu'il a obtenue, en traitant le bleu de Prusse par de la soude liquide. Il a obtenu un sel qui fond à 50° cent.

Cyanure rouge de fer et d'ammoniaque.

Il traite le bleu de Prusse par de l'ammoniaque, dans la liqueur qu'il obtient il fait passer un courant de chlore, la liqueur vient d'un rouge très-foncé et qui ne précipite point les sels de fer au maximum, mais le sel n'est pas stable ni pur.

M. Kramer a obtenu ainsi une foule de cyanures rouges qui n'ont point toujours bien cristallisé parce que quand on les concentre ils se décomposent. Ch. de Filière.

61. Sur la teinture des laines par le bleu de Prusse; par M. Raymond fils. (*Annal. de Chimie et Phys.;* sept. 1828, p. 64.)

Le procédé qu'emploie l'auteur, est une modification des moyens découverts par son père pour teindre la soie et le coton. L'obstacle qui s'oppose à l'application du procédé Raymond à la teinture de la laine provient de la faible affinité de la laine pour le peroxide de fer. Plonge-t-on la laine dans le bain froid de persulfate de fer, elle ne se combine qu'avec une petite quantité d'oxide. Chauffe-t-on le bain, il se trouble par la décomposition du sel. Le chlore, d'abord essayé, communiqua à la laine la propriété de se combiner avec le peroxide de fer; mais elle avait entièrement perdu la faculté de se feutrer. L'auteur chercha alors en rendant le bain de persulfate de fer acide à l'empêcher de se troubler par l'ébullition. L'acide tartrique a été choisi parce qu'il est reconnu qu'il est plutôt favorable que nuisible au feutrage. Voici la série des opérations nécessaires auxquelles il s'est arrêté:

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT, RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

63. ANALYSE APPLIQUÉE A LA GÉOMÉTRIE aux trois dimensions; par M. LEROI, prof. à l'École roy. polytechnique. In-8°. Paris, 1829; Bachelier.

L'auteur de ce traité occupe depuis long-temps les chaires les plus distinguées de la capitale. L'ancienne école normale le comptait au nombre de ses professeurs, et depuis long-temps il fait à l'École polytechnique le cours de Géométrie descriptive, et celui d'Analyse appliquée. Ce sont les leçons qu'il donne dans cet établissement qu'il publie aujourd'hui. Cet ouvrage, beaucoup plus complet que tous les traités élémentaites qui ont été déjà publiés sur cette matière, se distingue par l'ordre et la clarté des démonstrations, et par les applications utiles de la théorie à plusieurs questions de géométrie descriptive.

Dans un premier chapitre intitulé *Notions préliminaires*, M. Leroi expose les principes de l'application de l'algèbre à la géométrie des trois dimensions; il montre comment on représente par des équations, les points, les lignes et les surfaces dans l'espace. Les trois chapitres qui suivent ont pour objet la solution des problèmes connus sur les lignes droites et les plans. M. Leroi passe ensuite aux surfaces du second degré. Il établit leur division en deux classes, celles qui ont un centre et celles qui n'en ont pas. Il montre qu'en faisant abstraction des cylindres et des cônes, ces surfaces se réduisent à 5 essentiellement différentes, l'ellipsoïde, l'hyperboloïde à une nappe, l'hyperboloïde à deux nappes, le paraboloïde elliptique et le paraboloïde hyperboloïde. Il étudie ensuite séparément la forme et les propriétés caractéristiques de chacune de ces surfaces, et les diverses manières dont elles peuvent être engendrées par une ligne droite ou un cercle mobile. La discussion des sections rectilignes et des sections circulaires est traitée avec beaucoup de

précision et de clarté. Après avoir exposé la théorie des surfaces semblables et quelques propriétés particulières des surfaces du second degré, il donne la discussion d'une équation numérique du second degré à trois variables fondée sur sa résolution immédiate. On peut regretter de ne pas trouver dans cette première partie de l'ouvrage une démonstration élémentaire de tout ce qui se rapporte aux plans tangens des surfaces du second degré; mais l'auteur a voulu éviter un double emploi.

Passant à la théorie générale des surfaces courbes, il détermine d'abord, à l'aide du calcul différentiel, l'équation du plan tangent à une surface quelconque, et par des considérations synthétiques il rectifie les idées incomplètes et souvent fausses que les élèves se forment du contact d'une surface avec son plan tangent, et il établit les différences essentielles qui distinguent les surfaces gauches et les surfaces développables.

Il considère successivement les surfaces cylindriques et coniques, les surfaces de révolution, les conoïdes, etc, et a soin de donner en même temps, pour chacune, l'équation en quantités finies, et l'équation aux différences partielles, suivant la méthode de Monge. Le 15[e] chapitre est consacré aux surfaces réglées, gauches ou développables. Les deux derniers ont pour objet la théorie de la courbure des surfaces et des lignes courbes, qui est expliquée d'une manière très-complète. La trigonométrie sphérique se trouve à la fin de l'ouvrage.

Les planches, dessinées par M. Girard et gravées par M. Adam, ne laissent rien à desirer. La plupart des surfaces sont si bien représentées en perspective, qu'on en reconnaît aussitôt la forme.

M. Leroi a profité de quelques articles sur les surfaces du second degré que M. Cauchy a donnés dans ses Exercices de mathématiques. Peut-être aurait-il dû ne pas employer, dès le commencement de son ouvrage, les notations du calcul différentiel, qui, dans cet endroit, abrègent peu. Il y aurait eu aussi quelque avantage à employer les équations de la ligne droite et du plan sous les formes simples et symétriques dont se sert le géomètre que nous venons de citer. M. Leroi annonce qu'il publiera bientôt le cours de géométrie descriptive qu'il professe à l'École polytechnique.

64. Arithmétique a l'usage des élèves de La Flèche et des Écoles préparatoires de St.-Cyr et de la marine; par E. La-

LANNE, prof. à l'École militaire de La Flèche. In-8° de 160 p. Paris, 1829; à la librairie scientifique et industrielle, passage Dauphine.

65. PETITE ENCYCLOPÉDIE MATHÉMATIQUE; par M. PEYROT. Tome Ier. *Arithmétique.* In-8° de xj-380 p. (Il y aura 3 vol.; prix, 20 fr.) Paris, 1829; l'auteur, rue Neuve de Luxembourg.

Ces ouvrages, destinés à l'enseignement élémentaire de l'arithmétique, laissent à désirer une plus grande rigueur dans les démonstrations.

66. CORRESPONDANCE MATHÉMATIQUE ET PHYSIQUE; par M. QUETELET. 4e livr., Tom. V.

Le Dr Reiss de Francfort démontre diverses propriétés remarquables des fonctions semblables de plusieurs groupes d'un certain nombre de quantités ou d'élémens. Les notations que l'auteur est obligé d'employer pour exprimer ses théorèmes ne nous permettent pas de les rapporter ici. M. Noel fait connaître un moyen de diviser en parties égales une ligne droite donnée sur le terrain en n'employant pour cet effet que des jalons et une fausse équerre. M. Manderlier démontre que les cercles circonscrits aux quatre triangles formés par quatre lignes droites tracées sur un plan passent par un même point, et que les distances de ce point aux quatre sommets de l'un quelconque des quadrilatères simples que forment ces droites multipliées chacune par les deux côtés respectivement opposés, donnent 4 produits égaux. M. Plateau présente un résumé d'une série d'expériences relatives à la durée de la sensation de la lumière (voy. plus bas, n° 72). M. Pagani expose un nouveau moyen de parvenir aux équations différentielles du mouvement d'une molécule lumineuse, que M. Gergonne a données dans le n° 9 du Tom. XIX des *Annales de mathémat.*

M. Quételet rapporte les résultats des observations qu'il a faites sur l'aiguille magnétique à Bruxelles.

M. Pagani détermine les vibrations normales d'une membrane élastique de forme circulaire.

Au bout du temps t, un point quelconque de la membrane a pour coordonnées z, r et θ; z est la perpendiculaire au plan du cercle formé par la membrane en équilibre, r la distance de son pied au centre et θ l'angle que fait cette ligne avec un

diamètre fixe. Le problème consiste à intégrer l'équation.

$$\frac{d^2z}{dt^2}=c^2\left(\frac{d^2z}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{dz}{dr}+\frac{1}{r^2}\frac{d^2z}{d\theta^2}\right)$$

de telle sorte qu'on ait

$z = 0$ pour $r = a$ rayon de la membrane

$\left\{\begin{array}{l} z=\varphi(r,\theta) \\ \frac{dz}{dt}=\psi(r,\theta)\end{array}\right\}$ pour $t=0$, φ et ψ étant des fonctions arbitraires données.

M. Pagani fait

$$z=\tfrac{1}{2}\zeta_0+\zeta_1+\zeta_2+\zeta_3+\text{etc. à l'infini.}$$

Il détermine ζ_i en posant

$$\frac{d^2\zeta_i}{dt^2}=c^2\left(\frac{d^2\zeta_i}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d\zeta_i}{dr}-\frac{i^2\zeta_i}{r^2}\right)\text{ et }\frac{d^2\zeta_i}{d\theta^2}=-i^2\zeta_i.$$

Il obtient $\zeta_i=r^i\Sigma\,(\mathrm{A}\cos c\mu t+\mathrm{B}\sin c\mu t).f(\mu r)$

en faisant pour abréger $f(\mu r)=\int_0^\pi \cos(\mu r\cos\omega)\,.\,\sin^{2i}\omega.d\omega.$

et étendant le signe Σ à toutes les valeurs de μ données par l'équation transcendante

$$\int_0^\pi \cos(a\mu\cos\omega).\,\sin^{2i}\omega.\,d\omega=0$$

valeurs qui sont réelles et en nombre infini. Il détermine ensuite les constantes A et B et trouve

$$\zeta_i=r^i\Sigma.\left(\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}\cos c\mu t+\frac{\mathrm{N}}{c\mu\mathrm{P}}\sin c\mu t\right)f(\mu r).$$

en faisant

$$\mathrm{M}=\cos i\theta\int_0^a f(\mu r)\,r^{i+1}\,dr\int_0^\pi \varphi(r,\alpha)\cos i\alpha\,.\,d\alpha$$

$$+\sin i\theta\int_0^a f(\mu r)\,r^{i+1}\,dr\int_0^\pi \varphi(r,\alpha)\sin i\alpha\,.\,d\alpha.$$

$$\mathrm{N}=\cos i\theta\int_0^a f(\mu r)\,r^{i+1}\,dr\int_0^\pi \psi(r,\alpha)\cos i\alpha\,.\,d\alpha$$

$$+\sin i\theta\int_0^a f(\mu r)\,r^{i+1}\,dr\int_0^\pi \psi(r,\alpha)\sin i\alpha.d\alpha.$$

$$P = \frac{\pi}{2} \cdot \left\{ a^{i+1} f'(a\mu) \right\}^2.$$

ζ_i étant ainsi connue, il a enfin

$$z = \tfrac{1}{2}\zeta_0 + \zeta_1 + \zeta_2 + \text{etc.}$$

M. Chasles annonce quelques résultats de ses recherches sur les courbes du 3e et du 4e degré. Son mémoire paraîtra dans un prochain numéro de la Correspondance.

Parmi les autres articles de cette livraison, nous devons mentionner encore une notice sur la vie et les écrits du commandeur de Nieuport; des observations sur les couleurs de différentes flammes et sur les spectres qu'elles produisent, par M. J. Herschel (Voy. n° 71 de ce cah.); de nouvelles expériences sur le pendule, par MM. Bessel et Sabine; un article sur la construction d'une lunette achromatique de 7,8 pouces d'ouverture, au moyen d'une lentille fluide, par M. Barlow; la description faite par M. Hachette, de la nouvelle pompe de M. Thilorier, destinée à donner, par une action continue, de l'air comprimé à mille atmosphères; enfin le rapport sur le projet de loi pour l'établissement d'un nouvel observatoire à Genève.

67. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. Tom. XX, n° 2, août 1829.

Si un tube rectiligne indéfini, infiniment étroit, tourne, dans un plan horizontal, d'un mouvement uniforme, autour d'un axe vertical, et si ce tube renferme, dans son intérieur, une sphère pesante, d'un rayon infiniment petit, qui puisse glisser, sans frottement, dans toute sa longueur, on pourra demander de déterminer la nature du mouvement que doit prendre la sphère, en vertu du mouvement du tube. C'est un problème que s'est proposé Jean Bernouilli et que se propose également M. Ampère, dans un 1er article de la livraison que nous annonçons. On conçoit que, si la sphère était liée au centre du mouvement du tube, par un fil inextensible, elle décrirait perpétuellement un cercle, ayant pour rayon la longueur de ce fil qui, en vertu de la force centrifuge résultant du mouvement circulaire, éprouverait une tension d'autant plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, que le mouvement du tube serait plus rapide. Si donc, à une époque quelconque, le

fil venait à se rompre, la sphère serait entraînée le long du tube, loin du centre du mouvement, autour duquel son centre décrirait une sorte de spirale. Or M. Ampère trouve que, si l'on décrit une chaînette qui ait, en son point le plus bas, un rayon de courbure égal à la longueur du fil, c'est-à-dire égal au rayon du cercle que décrivait d'abord le centre de la sphère mobile; en menant une tangente à cette chaînette à ce point le plus bas, roulant cette tangente autour du cercle dont il s'agit, de manière à faire coïncider son point de contact avec le point de la circonférence où se trouve le centre de la sphère mobile, au moment de la rupture du fil, et donnant aux ordonnées de la chaînette des directions normales à cette circonférence, leurs extrémités supérieures appartiendront à la spirale cherchée; d'où l'on voit que la figure de la trajectoire est absolument indépendante de la vîtesse de rotation du tube.

M. Ampère ne dit rien du cas où la petite sphère aurait reçu une impulsion initiale; mais il est visible qu'il suffirait, pour ce cas, d'augmenter ou de diminuer les rayons vecteurs dont il vient d'être question, d'une quantité proportionnelle à l'angle que ferait chacun d'eux avec la direction initiale du tube, ou, si l'on veut, d'une quantité égale au rayon vecteur correspondant d'une spirale d'Archimède.

Tout ce qui précède aurait lieu également, quel que pût être le plan dans lequel s'exécuterait la rotation du tube, et, en particulier, si ce plan était vertical, si l'on faisait abstraction de la pesanteur; et M. Ampère s'appuie sur cette considération pour montrer l'erreur de la solution donnée, dans le précédent volume des Annales, d'un problème analogue; solution dont nous avons rendu compte dans le *Bulletin* d'avril dernier (p. 253). L'erreur de cette solution consiste en ce que l'auteur y a complètement négligé l'effet de la force centrifuge. M. Gergonne annonce dans une note, que cette erreur lui a été également signalée par M. Th. Barrois, de Lille, qui pense que M. Poncelet a commis une erreur du même genre, dans la théorie de la roue hydraulique à aubes courbes.

M. Ampère termine par quelques considérations sur le problème général des forces centrales, dans lequel il distingue deux cas, savoir : celui où de la nature du mouvement on veut déduire la force accélératrice, et celui où, au contraire, cette

force étant donnée, il s'agit d'en conclure le mouvement qui en doit naître. Le premier cas qui, suivant M. Ampère, constitue le problème direct, n'exige jamais, pour être traité, que la simple application du calcul différentiel, tandis que l'autre exige impérieusement l'usage du calcul intégral. M. Ampère rappelle, à ce sujet, que M. Binet a donné, il y a déjà long-temps, pour la solution du premier cas, une formule extrêmement commode, qu'on sera sans doute bien aise de rencontrer ici. Soit r le rayon vecteur du mobile et soit θ l'angle que fait ce rayon vecteur avec une droite fixe; en supposant que l'équation de la trajectoire soit mise sous la forme $\frac{1}{r} = \varphi(\theta)$, ce qui est toujours possible, et en désignant par R la force accélératrice, on aura, c étant une constante,

$$cR = \left(\frac{1}{r}\right)^2 \left(\frac{1}{r} + \frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{d\theta^2}\right).$$

Pour montrer combien cette formule est commode, M. Ampère en fait l'application au mouvement des planètes autour du soleil.

Dans un second article, M. Martinelli prouve 1° que toutes les droites tracées sur le plan d'un polygone donné, de telle sorte qu'en abaissant des perpendiculaires de ses sommets sur chacune de ces droites, la somme des perpendiculaires soit égale à une longueur constante donnée, sont tangentes à un même cercle, ayant son centre au centre des moyennes distances des sommets du polygone et son rayon égal à la longueur donnée, divisée par le nombre de ces sommets; 2° que tous les plans sur lesquels abaissant des perpendiculaires des sommets d'un même polyèdre, la somme des perpendiculaires relatives à chaque plan est égale à une longueur constante donnée, sont tangens à une même sphère, ayant son centre au centre des moyennes distances des sommets du polyèdre et son rayon égal à la longueur donnée, divisée par le nombre de ces sommets.

68. Du Calcul de l'effet des Machines, ou *Considérations sur l'emploi des moteurs et sur leur évaluation, pour servir d'introduction à l'école spéciale des machines;* par M. Coriolis, ingénieur des Ponts et Chaussées. Rapport fait le 8 juin 1829

à l'Académie des sciences par une Commission composée de MM. de Prony, Girard, et Navier rapporteur.

Les considérations théoriques qui régissent l'établissement et le calcul de l'effet des machines sont très-dignes de l'intérêt des savans, soit par elles-mêmes, soit par leur influence sur les progrès des arts. Un des problèmes principaux que l'on se propose dans la construction des machines, est de remplacer, pour l'exécution des travaux utiles, nos propres forces par les forces bien plus puissantes des agens naturels. Il importe beaucoup d'employer de la manière la plus avantageuse qu'il est possible les capitaux considérables qui sont aujourd'hui consacrés aux entreprises de ce genre.

La science des machines, considérée dans toute son étendue, est très-vaste, et embrasse presque en entier l'ensemble des arts. En se bornant à la partie de cette science qui appartient aux mathématiques, on reconnaît qu'elle emprunte des notions essentielles à la géométrie, à la statique et à la dynamique. Parmi ces dernières, la principale consiste dans la considération de l'action des machines et des moteurs qui leur sont appliqués, dans la distinction des élémens de cette action, et dans la recherche des proportions qui doivent être établies entre ces élémens, pour obtenir des agens naturels la plus grande quantité de travail qu'il est possible. Ces considérations ont attiré depuis long-temps l'attention des géomètres. On a bientôt reconnu que l'effet d'une machine, qu'il était toujours facile d'assimiler à l'élévation d'un poids, était proportionné au poids élevé et à la vitesse de l'ascension verticale; mais Parent semble avoir remarqué le premier, dans les *Memoires de l'Académie des sciences* pour l'année 1704, qu'étant donné le moteur destiné à opérer un travail, l'effet que l'on pouvait en obtenir était susceptible de varier entre certaines limites, et qu'il fallait s'attacher à proportionner tellement les efforts et la vitesse, que cet effet atteignît la plus grande valeur que la nature du moteur pouvait comporter. Ces idées ont été adoptées par les savans et les ingénieurs qui depuis se sont occupés de cette matière. Les recherches théoriques et expérimentales de Daniel Bernouilli, Euler, Borda, De Parcieux, Coulomb, Carnot, Bélidor, Smeaton, ont eu généralement pour objet d'apprécier l'action des

divers moteurs, et d'apprendre à la régler de manière à satisfaire aux conditions de *maximum* qui se présentent dans toutes les questions de ce genre, aussi bien que dans la plupart des applications des sciences aux arts et à la philosophie naturelle.

M. Coriolis, dans l'ouvrage dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte, remarque que les notions théoriques relatives à l'emploi des moteurs ne sont point présentées dans l'enseignement de la mécanique rationnelle, ni développées complètement dans les traités spéciaux des machines. Ces notions consistent principalement dans l'application du principe de la conservation des forces vives, application indiquée par l'illustre Lagrange, dans les dernières pages de la *Théorie des fonctions analytiques*. Petit, habile professeur de l'École polytechnique, dont la mort prématurée a vivement affligé les amis des sciences, a donné sur ce sujet un mémoire succinct, imprimé en 1818, dans les *Annales de chimie*. Cette matière est également traitée, avec plus d'étendue, dans les notes du premier volume d'une nouvelle édition de l'*Architecture hydraulique* de Bélidor, qui a paru en 1819. M. Coriolis s'en était occupé de son côté, et avait rédigé en grande partie, à la même époque, l'ouvrage qu'il vient de présenter à l'Académie.

Cet ouvrage est divisé en quatre chapitres.

Dans le chapitre 1er, l'auteur rappelle en peu de mots les principes fondamentaux de la statique et de la dynamique, par le moyen desquels on résout les questions relatives à l'équilibre et au mouvement d'un point matériel, et d'un système de points matériels assujettis entr'eux par des liaisons arbitraires. La solution générale de ces questions est ramenée, à l'aide du principe donné par d'Alembert, à exprimer l'égalité respective des momens virtuels des forces appliquées au système, et des forces auxquelles seraient dus les mouvemens que prennent les divers points matériels. On en conclut immédiatement le principe de la conservation des forces vives : équation qui exprime que la force vive du système demeure constamment proportionnelle à l'intégrale des momens virtuels. A cette expression de *moment virtuel*, l'auteur substitue celle de *travail élémentaire*, et nomme *travail* la valeur de l'intégrale dont on vient de parler ; valeur qui est effectivement, ainsi qu'il l'explique en détail, la véritable expression numérique des actions exercées par

les moteurs sur les machines, et par les machines sur les résistances qu'elles doivent surmonter pour remplir l'objet auquel elles sont destinées. Le principe de la conservation des forces vives devient pour lui le *principe de la transmission du travail;* et comme il nomme *force vive* la moitié du produit de la masse d'un corps par le carré de sa vitesse, ce principe s'énonce généralement en disant que le travail résistant est toujours égal au travail moteur, moins la quantité dont la somme des forces vives a augmenté dans le système. La quantité ainsi désignée par le nom de travail, étant toujours le produit d'un poids par une longueur, est évaluée au moyen des unités connues, et s'énonce ordinairement, dans notre système de mesures, par un nombre de kilogrammes élevés à un mètre de hauteur; mais il peut paraître désirable, pour abréger le langage et lui donner plus de précision, d'admettre pour les quantités de cette espèce une unité spéciale, dont la valeur soit en rapport avec les unités du système métrique, et à laquelle on affecte un nom. M. Coriolis adopte, comme l'avaient déjà fait plusieurs personnes, pour unité des quantités de travail, *mille kilogrammes élevés à un mètre*, et lui donne le nom de *dynamode.* Il se présente ici une remarque qui ne doit pas être omise. Quelques savans ont proposé, pour exprimer l'action des moteurs et des machines, l'emploi d'une autre espèce de quantité, qui était le produit d'un poids par une longueur et un intervalle de temps, et que l'on énonçait en unités égales chacune à cent kilogrammes élevés à un mètre en une seconde, auxquelles on donnait le nom de *dyname.* Il est certain que la considération de cette dernière quantité, qui est semblable à celle que l'on désigne communément par force de cheval, se présente, ainsi que celle de la première, dans les théories relatives aux moteurs et aux machines. Mais on pourrait toujours définir complètement l'action des uns ou des autres, en énonçant la quantité de travail qu'ils peuvent effectuer pendant l'unité de temps, ou dans un intervalle déterminé, tel qu'une journée ou vingt-quatre heures. L'auteur explique avec beaucoup d'exactitude et de clarté, dans ce chapitre, la manière dont le principe de la transmission du travail doit être appliqué aux divers systèmes, suivant la nature des liaisons qui existent entre les points matériels; il le termine en remarquant avec raison qu'on ne peut pas appliquer

la dénomination de *travail*, tel qu'il l'a définie, au produit d'un poids transporté, multiplié par la distance du transport, ou en général au produit d'un espace parcouru, multiplié par une force dirigée perpendiculairement à cette espace; il est nécessaire de considérer uniquement l'effort qui est exercé dans le sens de l'espace parcouru.

L'objet principal du chapitre II est l'évaluation du travail qui peut être obtenu de divers agens naturels, dans les cas où l'on connaît immédiatement les forces qu'ils produisent. L'auteur considère d'abord l'action des corps pesans, dont le résultat est donné par le produit de la somme des poids, multiplié par le déplacement vertical de leur centre commun de gravité; celle des ressorts et en général des liens élastiques interposés entre les parties d'un système, qui s'estime par le produit de la force qui agit d'un point sur l'autre, *multipliée* par la variation de la distance des deux points. L'examen de cette dernière action le conduit à distinguer cette qualité des ressorts, que l'on désigne par le nom de *raideur*, et dont l'expression mathématique doit être donnée, par M. Coriolis, suivant le rapport de la variation de la force qui sollicite le ressort à la variation correspondante de l'espace décrit par le point d'application de cette force. On remarque que lorsque deux forces contraires sont appliquées à un système dans lequel plusieurs ressorts sont interposés, ce sont toujours les ressorts les moins raides dont la compression ou l'extension consomme les plus grandes quantités de travail. L'auteur donne successivement les expressions des quantités de travail correspondantes à une certaine variation du volume d'un fluide élastique, ou qui sont dues à la production de la vapeur aqueuse à diverses températures, soit que l'on profite ou non de la faculté d'expansion de ce fluide; celles du travail dû à l'action d'un fluide en mouvement, qui rencontre un plan ou qui parcourt un canal mobile, et enfin du travail résistant produit par les forces qui naissent des frottemens. On remarquera ici une expression très-simple, qui n'avait pas encore été donnée, du travail consommé par le frottement des engrenages; expression qui se réduit à l'intégrale du produit de la résistance du frottement, multiplié par la variation de la distance des points en contact (1). Si la résistance du frottement peut être supposée

(1) Cette expression serait obtenue immédiatement, en remarquant

constante, le travail dont il s'agit est exprimé par le produit de la résistance du frottement, multipliée par la différence des arcs décrits respectivement par les points de contact sur le contour des dents appartenant à chaque roue. Ce chapitre est terminé par diverses propositions générales relatives à l'évaluation des quantités de travail produites par des forces données, et de la force vive d'un système. L'auteur montre que deux systèmes de force *équivalens* appliqués à une machine, c'est-à-dire deux systèmes de force tels, que l'on peut passer de l'un à l'autre en appliquant des forces qui se font mutuellement équilibre, produisent toujours des quantités de travail égales entr'elles. Cette remarque donne l'explication de l'appareil formé d'un frein, qui a été proposé par M. de Prony, pour déterminer, par l'expérience, la quantité de travail transmise à un arbre tournant. Quant à l'évaluation des forces vives d'un système, on reconnaît qu'en général cette force vive peut toujours être regardée comme étant composée de deux parties, dont l'une serait calculée en supposant tous les corps réunis dans le centre de gravité, et considérant la vitesse absolue de ce centre; l'autre, en supposant le centre de gravité immobile, et considérant les vitesses de chaque corps par rapport à ce point. Cette proposition remarquable n'avait pas été énoncée explicitement par Lagrange, quoiqu'elle se déduise facilement des expressions analytiques employées par ce grand géomètre. On reconnaît également que lorsqu'une machine fait partie d'un système de corps en mouvement, dont la vitesse est constante et uniforme, le principe des forces vives subsiste, en considérant seulement les déplacemens relatifs des points de la machine; et enfin, comme Lagrange l'a remarqué, que ce principe subsiste, dans tous les cas, pour un système qui se meut librement dans l'espace, en considérant seulement le mouvement relatif des points du système par rapport au centre de gravité.

Une grande partie du chapitre III est employée à examiner les conséquences du principe de la transmission du travail, lorsqu'à la notion abstraite d'un système de points matériels assujettis entre eux par des liaisons qui sont définies par des

que la résistance du frottement peut être assimilée à la force d'un ressort interposé entre les deux points en contact, et qui s'oppose à l'écartement de ces points.

équations, on substitue la notion naturelle d'un système dont les parties sont formées par des corps. L'auteur considère les corps solides comme un assemblage de points matériels, entre lesquels il s'établit des forces considérables lorsqu'on entreprend d'en changer les distances, et définit l'élasticité en énonçant que dans un corps *élastique* les actions mutuelles de deux molécules reprennent constamment les mêmes valeurs lorsque ces molécules se retrouvent à la même distance. Tous les corps appelés *solides* sont élastiques lorsqu'on ne leur fait subir qu'un très-petit changement de figure. Dans un système dont les liaisons sont formées par des corps solides, le principe de la conservation des forces vives ne peut en général être appliqué avec exactitude, si l'on ne tient pas compte des actions des forces moléculaires et des déplacemens des points intérieurs. On reconnaît d'ailleurs que les quantités de travail résistant, dues aux forces intérieures, dépendent uniquement des changemens de figure des parties du système, et nullement des mouvemens en vertu desquels ces parties sont transportées dans l'espace. La considération des forces moléculaires et des quantités de travail qu'elles absorbent par l'effet des déplacemens relatifs des parties des corps, est surtout importante dans les phénomènes qui accompagnent les chocs, phénomènes dont M. Coriolis a fait une étude approfondie, et sur lesquels il présente des notions plus exactes qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent. Il remarque avec raison que l'on commet une erreur en admettant que dans le choc des corps parfaitement élastiques la force vive ne subisse aucune altération; cela ne peut avoir lieu qu'autant qu'à la fin du choc les points matériels dont ces corps se composent sont revenus à leurs distances primitives, et ne sont animés d'aucune vitesse relative par rapport au centre de gravité de chaque corps. Or, l'étude des cas particuliers qui peuvent être complètement résolus apprend que ces conditions ne sont pas remplies en général, en sorte qu'à la fin du choc il peut rester dans chaque corps des changemens de figure, ou des vitesses relatives qui donneront lieu à des vibrations, et dont la production a consommé une certaine quantité de travail, et diminué d'une quantité correspondante la force vive apparente du système, c'est-à-dire celle que l'on calculerait en considérant seulement le mouvement des centres de gravité des corps. D'après cela il

ne paraît pas nécessaire de regarder, en général, les pertes de force vive que l'on observe dans le choc des corps comme l'effet d'un défaut d'élasticité, ou de résistance aux mouvemens relatifs des particules : ces pertes peuvent toujours s'expliquer, dans l'hypothèse d'une élasticité parfaite, par la considération des ébranlemens qui sont produits dans les corps du système ou dans les corps environnans. C'est ainsi que l'on rendrait compte de l'affaiblissement progressif et de l'extinction finale du mouvement vibratoire d'une corde parfaitement élastique, en considérant uniquement les ébranlemens transmis à l'air environnant, ou aux corps solides auxquels les extrémités de cette corde sont attachées. Ces considérations conduisent à examiner l'influence de la raideur des ressorts qui sont interposés dans un système sur les résultats d'un choc. La compression d'un ressort dépourvu de raideur consomme beaucoup de force vive, qui est ensuite rendue par l'effet de la restitution du ressort; par conséquent l'interposition d'un ressort semblable empêchera que la plus grande partie de la force vive possédée par un corps en mouvement ne passe dans un obstacle rencontré par le corps pour y produire des ébranlemens, d'où il résultera que la vitesse primitive du corps lui sera rendue en sens contraire, presque sans altération. Quand une force a agi à la surface d'un corps, par l'effet d'un choc ou autrement, elle y a produit une certaine quantité de travail, qui est ensuite transmise en partie aux particules environnantes, et qui tend à se disséminer dans toute l'étendue de ce corps. On est conduit, par cette remarque, à considérer le travail qui existe dans un point donné d'un corps, et la manière dont ce travail passe d'une partie dans une autre; mais, ainsi que l'observe l'auteur, la recherche des lois d'après lesquelles cette transmission s'opère ne peut pas être fondée, comme celle du mouvement de la chaleur, sur un principe particulier, puisque la transmission dont il s'agit est le résultat nécessaire des forces intérieures, qui sont développées par les déplacemens relatifs des molécules. En revenant aux applications aux machines, M. Coriolis cherche, au moyen d'hypothèses plausibles, les limites de la perte de travail produite par les chocs, dans les principaux cas qui peuvent se présenter. L'auteur place ici des remarques générales importantes sur la Statique et la Dynamique des quantités de mouvement, et sur

les restrictions qui sont nécessaires dans l'application des résultats déduits de la considération des quantités de mouvement aux effets des chocs; effets qui peuvent être très-différens pour des quantités de mouvement égales, suivant la nature et la figure des corps, et suivant la proportion relative des masses et des vitesses. Dans la dernière partie de ce chapitre, le principe de la conservation des forces vives, ou de la transmission du travail, est appliqué à la recherche des lois de l'écoulement des fluides incompressibles et élastiques, du travail nécessaire pour produire l'écoulement d'un volume donné d'air dans une machine soufflante, de celui qui est produit par un courant reçu dans un vase ou un canal mobile, et enfin du travail transmis par le vent à un plan mobile, tel que l'aile d'un moulin à vent. En traitant cette dernière question, l'auteur évalue la pression qui s'établit contre la face postérieure d'après la considération de la vitesse que l'air doit prendre pour remplir à chaque instant le vide qui tend à se former derrière le plan mobile. Cette considération peut être propre à donner une limite dont les effets naturels s'éloignent peu dans quelques cas; mais il ne paraît pas qu'on doive l'admettre en général, puisqu'elle ne tient aucun compte de la longueur du corps dans le sens du mouvement relatif qui produit le choc, et qu'il existe plusieurs expériences, faites par Dubuat, qui apprennent que la pression dont il s'agit varie beaucoup, suivant que cette longueur est plus ou moins grande.

Le chapitre IV a pour objet d'appliquer d'une manière plus spéciale les notions théoriques présentées dans les chapitres précédens. Après avoir distingué, en général, dans les machines trois parties principales, une qui reçoit immédiatement l'action du moteur, une autre qui transmet cette action, une troisième qui agit immédiatement sur la résistance, et exposé les considérations d'après lesquelles on peut établir les volans de manière à prévenir les écarts de la vitesse au-delà de deux limites données, l'auteur traite du travail des chutes d'eau, et de la manière de le transmettre par le moyen de roues à augets ou à aubes. Les solutions de ces questions sont facilement déduites des expressions qui ont été établies précédemment pour les quantités de travail transmises par un courant d'eau à un vase ou à un canal mobile. L'auteur y ajoute des remarques utiles

pour la construction des diverses espèces de roues, et l'économie de l'action du moteur; il observe avec raison que, dans les applications, ce n'est pas ordinairement le travail transmis à la roue même qu'il s'agit de rendre un *maximum*, mais plutôt le travail transmis à la partie de l'appareil qui agit immédiatement sur la résistance, travail qui est toujours moindre que le premier, à raison des frottemens ou des autres obstacles inhérens la à machine. Eu égard à cette considération, on trouve que la vitesse correspondante au plus grand effet d'une machine est toujours plus petite que la vitesse qui rendrait un *maximum* le travail transmis à la roue motrice, ce qui est conforme aux résultats obtenus par l'expérience. Quand on connaît la vitesse de la roue motrice correspondante au *maximum* de travail obtenu, il s'agit de disposer l'appareil de manière que cette vitesse ait effectivement lieu. En général, les quantités de travail développées et consommées simultanément par le moteur et par la résistance dépendent respectivement de la vitesse des parties de la machine. Or il existera toujours une valeur de la vitesse telle, que ces quantités de travail soient égales entre elles. C'est ce qu'on peut nommer la *vitesse de stabilité*, parce que la vitesse variable de l'appareil ne peut qu'osciller autour de cette valeur: en effet, aussitôt qu'elle s'en est écartée en plus ou en moins, le travail moteur devient toujours plus petit ou plus grand que le travail résistant; et, conformément au principe de la conservation des forces vives, la vitesse actuelle tend à diminuer ou à augmenter. Tout se réduit donc à faire en sorte que la vitesse de stabilité coïncide avec la vitesse correspondante au *maximum* d'effet; condition que l'on peut exprimer en disant que l'effort de la résistance doit être tel, qu'il soit en équilibre statique avec l'effort du moteur correspondant à ce *maximum*. On peut remplir cette condition, dans les divers cas, en réglant convenablement la quantité du travail résistant et la proportion des engrenages qui servent à transmettre l'action du moteur. L'addition d'un volant procurera toujours le moyen de resserrer, dans des limites aussi rapprochées qu'on le voudra, les oscillations de la vitesse effective autour de la vitesse de stabilité. L'emploi des forces de l'homme et des animaux donne lieu à des considérations analogues, et l'on doit remarquer en outre que la plus grande quantité de travail dont ils sont capables, à

fatigue égale, variant avec la nature des mouvemens qu'on les oblige à prendre, il importe de distinguer leurs divers genres d'action, et de disposer en conséquence les appareils auxquels ils sont appliqués. Quant à l'emploi de la vapeur aqueuse, M. Coriolis montre en détail que cet emploi doit également être réglé d'après des considérations qui se réduisent à la détermination d'un *maximum*, détermination qui repose uniquement aujourd'hui sur des recherches expérimentales, auxquelles il serait bien important de se livrer. En effet, tout se ramène, dans les machines à vapeur, à l'évaluation de la quantité de combustible consommée, et de la quantité de travail correspondante qui est transmise à l'axe du volant. La combustion du charbon procure une source de chaleur, dont une partie passe dans la chaudière pour y vaporiser l'eau, et concourt seule à la production de l'effet utile. Cet effet dépend de la vitesse du piston et de la pression sous laquelle la vapeur est produite; mais cette pression dépend elle-même de la vitesse du piston, puisque la quantité de vapeur qui sort de la chaudière ne peut qu'être égale à celle qui serait formée par la chaleur que cette chaudière reçoit à chaque instant, et qui est d'autant plus grande que la température dans cette chaudière est moins élevée. Ainsi, l'effet de la machine est réglé définitivement par la pression et la température correspondantes qui ont lieu dans la chaudière. Or, on reconnaît facilement que si cette température est très-basse, on pourra recevoir une plus grande quantité de la chaleur développée dans le foyer, et néanmoins produire une très-faible quantité de travail, à raison du peu de tension de la vapeur; tandis que si la même température est très-élevée, il n'entrera presque point de chaleur dans la chaudière, et par conséquent il ne pourra se former qu'une quantité de vapeur très-petite, qui ne produirait également, malgré sa grande force d'élasticité, qu'une très-petite quantité de travail. Entre ces deux termes extrêmes, il y a nécessairement une température convenable pour faire produire le *maximum* de travail à une quantité donnée de combustible. Ces considérations sont bien propres à diriger l'attention des mécaniciens sur la disposition du foyer, et sur la relation de la température de la vapeur avec celle de la combustion, circonstances qui peuvent avoir sur les résultats beaucoup plus d'influence que la construction

des machines mêmes, et que l'on ne doit pas négliger dans les expériences qui ont pour objet la comparaison des divers appareils, si l'on ne veut pas s'exposer à des conclusions tout-à-fait erronées.

Les moulins à vent sont les derniers moteurs que M. Coriolis considère dans ce chapitre. Après avoir remarqué qu'à raison de la grandeur des aîles, du peu de courbure de leur surface, et de quelques autres circonstances, on doit commettre peu d'erreurs en appliquant aux élémens transversaux dont ces aîles se composent, l'expression, donnée dans le chapitre précédent, du travail transmis à un plan mobile qui reçoit le choc d'un courant d'air, l'auteur forme une intégrale qui contient l'inclinaison de l'élément sur la direction du vent, ainsi que la vitesse angulaire commune, et qu'il s'agit de rendre un *maximum* en déterminant convenablement cette vitesse, aussi bien que la loi des inclinaisons des élémens, c'est-à-dire la figure de la surface de l'aile. La solution à laquelle on parvient de cette manière peut être considérée comme étant plus voisine des effets naturels que les notions qui ont été proposées jusqu'à présent sur le même sujet, et les résultats s'accordent bien avec les observations sur les moulins de la Belgique qui ont été données par Coulomb, surtout pour les inclinaisons qui conviennent aux élémens extrêmes des aîles. L'auteur a consigné dans un tableau les valeurs des quantités de travail correspondantes à diverses vitesses du vent et des ailes, valeurs qui mettent en évidence les vitesses qu'il convient d'adopter pour obtenir dans chaque cas le *maximum* d'effet. Après ces notions relatives à l'emploi des moteurs, on trouve diverses considérations générales sur la manière d'énoncer les résultats relatifs au travail des machines, et les conditions des marchés auxquels leur établissement peut donner lieu; sur l'utilité des mécanismes destinés à la mesure du travail transmis par les parties des machines, et sur un nouvel appareil de ce genre proposé par l'auteur; enfin sur les expériences qui pourraient être faites pour apprécier le travail perdu par les résistances auxquelles donnent lieu les divers mécanismes employés à transmettre les mouvemens. Les dernières pages du chapitre traitent de la partie des machines qui agit immédiatement sur la résistance. Les notions générales qu'il est possible de présenter sur ce sujet consistent principalement à remarquer

qu'il est souvent impossible de produire l'effet utile qui est l'objet de l'établissement de la machine, sans produire en même temps d'autres effets qui consomment en pure perte une partie du travail moteur: c'est ainsi que l'on ne peut élever de l'eau sans imprimer en même temps de la vitesse à l'eau qui afflue dans le point où elle est puisée, et à celle qui s'écoule du point où elle est élevée; on ne peut battre du fer sans imprimer des vibrations à l'enclume et au sol qui la porte. Ces effets, qui ne sont point inhérens au résultat qu'il s'agit d'obtenir, peuvent toujours être diminués, et l'on doit chercher à le faire, en s'arrêtant au terme où cette diminution ne pourrait s'opérer sans causer trop d'augmentation dans les dépenses de construction. M. Coriolis a placé à la suite de ce chapitre des tableaux très-intéressans qui contiennent des résultats relatifs aux quantités de travail nécessaires pour opérer les principales fabrications qui sont l'objet des arts, ainsi que les quantités de travail réellement obtenues de divers moteurs. Ces résultats fournissent des élémens précieux aux artistes qui s'occupent de la construction des machines, dans les établissemens où l'économie de la force est une considération importante. Nous remarquerons, relativement à la composition des tableaux de ce genre, que pour qu'ils ne présentent au lecteur que des idées justes, il paraît nécessaire, ou d'y faire entrer toutes les observations connues, ou de ne rapporter que des termes moyens. Le mélange de quelques expériences isolées avec les termes moyens donnés par les auteurs, ne serait pas propre à faire juger au lecteur du résultat qu'il convient d'adopter. La vérification et le perfectionnement progressif de ces tables, au moyen d'observations exactes et énoncées avec précision, est un des objets les plus utiles sur lesquels puisse se diriger l'attention des ingénieurs.

Nous terminerons ici une analyse dont l'étendue était nécessaire pour donner une idée du nouvel ouvrage qui est l'objet de ce rapport. Cet ouvrage présente une très-belle application des principes généraux de la Mécanique à l'un des objets les plus utiles aux progrès de la richesse publique. L'auteur, qui réunit à la connaissance approfondie de ces principes, les connaissances spéciales qui appartiennent aux ingénieurs, expose ses idées avec la concision que permet l'emploi du langage ana-

lytique, et par conséquent cet ouvrage est destiné principalement aux personnes qui ont fait des études semblables à celles de l'École Polytechnique. Les notions théoriques présentées dans l'enseignement de cette école sont ici appliquées immédiatement à l'un des principaux objets dont s'occupent les ingénieurs, et l'ouvrrge dont il s'agit est bien propre à montrer que ces notions ne sont point destinées à demeurer stériles, et que, loin de n'offrir qu'un exercice utile au développement des facultés de l'esprit, elles sont éminemment propres à éclairer et à diriger les travaux des arts. Dans la rédaction de cet écrit, très-substantiel eu égard à son étendue, M. Coriolis traite chaque sujet, et même ceux dont on s'est occupé avant lui, d'une manière exacte et ingénieuse qui lui est propre. Nous pensons que son travail est très-digne de l'approbation de l'Académie, et que la publication en sera fort utile.

69. Sur un nouveau principe de mécanique; par M. Aug. Louis Cauchy.

On enseigne dans les divers traités de mécanique qu'il y a perte de forces vives toutes les fois que les vitesses des corps éprouvent un changement brusque, et que cette perte de forces vives a pour mesure la somme des forces vives dues aux vitesses perdues. Mais cette proposition, que l'on a nommée Théorème de Carnot, est évidemment inexacte, ainsi que la démonstration par laquelle on prétend l'établir. C'est ce dont il est aisé de se convaincre à l'aide des considérations suivantes.

Observons d'abord que dans les mouvemens qui nous paraissent instantanés, par exemple dans le choc des corps, il n'y a jamais de changemens brusques dans les vitesses. Seulement la vitesse d'un point matériel peut varier sensiblement en direction et en intensité dans un temps très-court et qu'on ne peut mesurer. Dans le choc des corps les variations des vitesses sont dues aux actions mutuelles des molécules dont ils se composent. L'observation que nous venons de faire est également applicable aux corps élastiques ou non élastiques. La seule différence qui existe entre les uns et les autres, c'est que les actions mutuelles des molécules dépendent uniquement dans les corps élastiques des distances qui séparent ces molécules, tandis qu'elles dépendent à-la-fois du temps et des distances

dans les corps non élastiques. A la vérité, on pourrait donner le nom de changement brusque à tout changement de vitesse qui s'opérerait dans un temps très-court. Mais si l'on admet cette manière de s'exprimer, il y aura changement brusque de vitesse dans le choc des corps élastiques. Or, on sait très-bien que le théorème ci-dessus mentionné devient inexact pour ces sortes de corps; et, pour éviter l'objection qui en résulte, les auteurs des traités de mécanique ont été forcés de dire que les vitesses varient d'une manière continue, quand les corps sont élastiques, et brusquement quand les corps cessent de l'être. Mais cette distinction entre des mouvemens continus et discontinus est purement illusoire, comme nous l'avons déjà remarqué; et, par conséquent, il est impossible d'admettre que la perte de forces vives soit la somme des forces vives dues aux vitesses perdues, toutes les fois qu'il y a changement brusque dans les vitesses.

Il est également facile de reconnaître l'inexactitude de la démonstration par laquelle on prétend établir le théorème ci-dessus mentionné. En effet, cette démonstration consiste à remplacer dans l'équation différentielle des forces vives les forces motrices qui seraient propres à maintenir le système en équilibre, par les quantités de mouvement perdues dans le choc. Or, une force motrice appliquée à un point matériel ne peut être mesurée par la quantité de mouvement que le point matériel perd ou gagne dans un instant très-court, que dans le cas où cette force motrice reste sensiblement égale et parallèle à elle-même pendant cet instant. Mais c'est précisément le contraire qui arrive lorsque cette force motrice produit ce qu'on nomme un changement brusque de vitesse. Donc la démonstration que nous venons d'indiquer est inexacte; et, en effet, si on pouvait l'admettre, elle s'appliquerait aussi-bien aux corps élastiques qu'aux corps non élastiques; et, par conséquent, elle conduirait à une absurdité.

Toutefois, comme dans les applications de la dynamique on a souvent à considérer des mouvemens dans lesquels les variations de la vitesse sont presque instantanées, il était à désirer que l'on pût obtenir des formules générales spécialement applicables aux mouvemens dont il s'agit. Or, en réfléchissant sur cet objet, j'ai été assez heureux pour découvrir un nouveau

principe de mécanique qui peut être employé avec avantage dans le choc des corps élastiques ou non élastiques, et que je vais exposer en peu de mots.

Considérons un système quelconque de points matériels assujétis à des liaisons quelconques et soumis à des forces motrices données. Un mouvement virtuel de ce système, au bout d'un temps quelconque t, sera un mouvement compatible avec les diverses liaisons telles qu'elles subsistent à cette époque; et les vitesses virtuelles des différens points matériels ne seront autres que les vitesses qu'ils pourraient acquérir dans un mouvement virtuel. Enfin le moment virtuel d'une force appliquée à l'un des points du système sera le produit de cette force par la vitesse virtuelle du point projeté sur la direction de la force. Cela posé, pour obtenir toutes les équations propres à déterminer le mouvement du système, il suffira, comme l'on sait, d'écrire, que dans un mouvement virtuel quelconque, la somme des momens virtuels des forces appliquées est équivalente à la somme des momens virtuels des forces qui seraient capables de produire les mouvemens observés, si tous les points devenaient libres et indépendans les uns des autres. Concevons maintenant que, pendant un instant très-court Δt, compté à partir de la fin du temps t, les vitesses varient sensiblement en direction comme en intensité, sans devenir infiniment grandes, et en vertu d'actions développées par le choc de certaines parties du système. Construisons d'ailleurs un parallélogramme qui ait pour un de ses côtés la vitesse d'un point du système à la fin du temps t, et pour diagonale la vitesse du même point à la fin du temps $t+\Delta t$. L'autre côté mesurera ce qu'on appelle quelquefois la vitesse gagnée ou perdue par le point pendant l'instant Δt, et le produit de cette vitesse par la masse du point sera de même la quantité de mouvement gagnée ou perdue pendant l'instant Δt. Enfin, comme chaque point ne changera pas sensiblement de position pendant l'instant Δt, et qu'en conséquence la vitesse virtuelle pourra être regardée comme invariable, le moment virtuel de la quantité de mouvement gagnée ou perdue sera évidemment l'intégrale qu'on obtiendra, quand, après avoir multiplié par dt le moment virtuel de la force capable de produire le mouvement observé, on effectuera l'intégration relative à t entre 2 limites dont la différence sera ex-

primée par Δt. Donc la somme des momens virtuels des quantités de mouvement acquises ou perdues se déduira par une intégrale toute semblable de la somme des momens virtuels des forces qui seraient capables de produire les mouvemens observés si les points étaient libres, et par conséquent de la somme des momens virtuels des forces appliquées. Or, dans cette dernière somme, les seules forces qui auront des valeurs très-considérables seront les forces moléculaires développées par les chocs, et elles disparaîtront de la somme dont il s'agit si le mouvement virtuel est tellement choisi que 2 molécules qui réagissent l'une sur l'autre offrent des vitesses égales et parallèles. Donc, pourvu que cette condition soit remplie, la somme des momens virtuels des forces appliquées sera une quantité finie, et l'intégrale dont nous avons parlé plus haut sera sensiblement nulle. Il en résulte qu'on peut énoncer généralement la proposition suivante :

Lorsque dans un système de points matériels les vitesses varient brusquement en vertu d'actions moléculaires développées par les chocs de quelques parties du système, la somme des momens virtuels des quantités de mouvement acquises ou perdues pendant le choc, est nulle toutes les fois que l'on considère un mouvement virtuel dans lequel les vitesses de 2 molécules qui réagissent l'une sur l'autre sont égales entre elles.

S'il arrive qu'après le choc tout point matériel qui a exercé une action moléculaire sur un autre point se réunisse à ce dernier, le principe que nous venons d'énoncer fournira toutes les équations nécessaires pour déterminer, après le choc, les mouvemens de toutes les molécules ou de tous les corps dont se compose le système proposé. Dans le même cas, l'une de ces équations, savoir celle qu'on obtient en faisant coïncider les vitesses virtuelles avec les vitesses effectives après le choc, exprimera que la perte de forces vives est la somme des forces vives dues aux vitesses perdues.

Formules relatives au nouveau principe de mécanique.

Considérons un système quelconque de points matériels m, m',... assujétis à des liaisons quelconques et soumis à des forces P, P',.... dont les projections algébriques soient respectivement X, Y, Z..... En désignant par x, y, z, les coordonnées du point matériel m, par ω, sa vitesse au bout du temps t, et

par α, ε, γ, les angles que forment la direction de la vitesse ω avec les demi-axes des coordonnées positives, on aura

$$(1)\ m\left(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\delta z\right)+\text{etc...}=X\delta x+Y\delta y+Z\delta z+\text{etc...}$$

ou ce qui revient au même

$$m\left(\frac{d.\omega\cos\alpha}{dt}\delta x+\frac{d.\omega\cos\varepsilon}{dt}\delta y+\frac{d.\omega\cos\gamma}{dt}\delta z\right)+\text{etc...}=X\delta x+Y\delta y+Z\delta z+\text{etc...}$$

la caractéristique δ étant relative à un mouvement virtuel quelconque. Concevons maintenant que, pendant un instant très-court $\theta=\Delta t$, les vitesses varient sensiblement en grandeur et en direction sans devenir infiniment grandes, et en vertu d'actions moléculaires développées par le choc de cetaines parties du système. Comme les positions des points m, m',.... et les liaisons ne seront pas sensiblement altérées pendant le même instant, on pourra regarder δx, δy, δz, comme invariables, et en intégrant les 2 membres de l'équation (2) entre les limites $t=o$, $t=\theta$, on obtiendra une autre équation :

$$m\left\{(\omega\cos\alpha-\omega_0\cos\alpha_0)\delta x+(\omega\cos\varepsilon-\omega_0\cos\varepsilon_0)\delta y+(\omega\cos\gamma-\omega_0\cos\gamma_0)\delta z\right\}+\text{etc.}$$

$$=\delta x\int_0^\theta Xdt+\delta y\int_0^\theta Ydt+\delta z\int_0^\theta Zdt+\text{etc...}=\int_0^\theta\left\{X\delta x+Y\delta y+Z\delta z+\text{etc...}\right\}$$

Or, dans la somme $X\delta x+Y\delta y+Z\delta z+....$ les quantités X, Y, Z,... auront généralement des valeurs finies, à l'exception de celles qui renfermeront les projections algébriques des forces moléculaires développées par le choc; ajoutons que les termes relatifs à ces forces moléculaires disparaîtront si le mouvement virtuel est tellement choisi que 2 molécules qui réagissent l'une sur l'autre aient des vitesses virtuelles égales et parallèles. Donc alors la somme $X\delta x+$ etc...., conservant une valeur finie, le dernier membre de l'équation (3) sera sensiblement nul, et on aura

$$m\left\{(\omega\cos\alpha-\omega_0\cos\alpha_0)\delta x+(\omega\cos\varepsilon-\omega_0\cos\varepsilon_0)\delta y+(\omega\cos\gamma-\omega_0\cos\gamma_0)\delta z\right\}+\text{et}$$

Application. Si les masses m, m'.... peuvent se mouvoir de manière que leurs distances restent invariables, en sorte que les mouvemens de translation parallèles aux axes des x, y, z, et les mouvemens de rotation autour de ces axes soient compatibles avec les liaisons données, on déduira de l'équation (4) les six équations

$$(5)\quad \begin{cases} m\,\omega \cos\alpha + \text{etc}\ldots = m\,\omega_0 \cos\alpha_0 + \text{etc}\ldots \\ m\,\omega \cos 6 + \text{etc}\ldots = m\,\omega_0 \cos 6_0 + \text{etcc}\ldots \\ m\,\omega \cos\gamma + \text{etc}\ldots = m\,\omega_0 \cos\gamma_0 + \text{etc}\ldots \end{cases}$$

$$(6)\quad \begin{cases} m\omega(y\cos\gamma - z\cos 6) + \text{etc}\ldots = m\omega_0(y\cos\gamma_0 - z\cos 6_0) + \text{etc}\ldots \\ m\omega(z\cos\alpha - x\cos\gamma) + \text{etc}\ldots = m\omega_0(z\cos\alpha_0 - x\cos\gamma_0) + \text{etc}\ldots \\ m\omega(x\cos 6 - y\cos\alpha) + \text{etc}\ldots = m\omega_0(x\cos 6_0 - y\cos\alpha_0) + \text{etc}\ldots \end{cases}$$

Ces 6 équations expriment que la quantité de mouvement principal et le moment linéaire principal relatif aux quantités de mouvement conservent les mêmes valeurs avant et après le choc.

Si, après le choc, les masses m, m'.... se meuvent effectivement de manière que leurs distances restent invariables, on pourra prendre

$$(7)\quad \delta x = \omega \cos\alpha\,\Delta t,\quad \delta y = \omega\cos 6\,\Delta t,\quad \delta z = \omega\cos\gamma\,\Delta t.$$

Et la formule (4) donnera en transformant et réduisant

$$m\omega^2 + m'\omega'^2 + \text{etc}\ldots = m\omega\omega_0(\cos\alpha\cos\alpha_0 + \cos 6\cos 6_0 + \cos\gamma\cos\gamma_0) + \text{etc}\ldots$$

Si l'on fait pour plus de commodité

$$\omega\cos\alpha - \omega_0\cos\alpha_0 = \omega_1\cos\alpha_1,\ \omega\cos 6 - \omega_0\cos 6_0 = \omega_1\cos 6_1,\ \omega\cos\gamma - \omega_0\cos\gamma_0 = \omega_1\cos$$

on aura

$$(10)\quad \omega_1^2 = \omega^2 + \omega_0^2 - 2\omega\omega_0(\cos\alpha\cos\alpha_0 + \cos 6\cos 6_0 + \cos\gamma\cos\gamma_0)$$

et par suite

$$(11)\quad \omega^2 + \omega_1^2 - \omega_1^2 = 2[(\omega^2 - \omega\omega_0\cos\alpha\cos\alpha_0 + \cos 6\cos 6_0 + \cos\gamma\cos\gamma_0)]$$

Cela posé, la formule (8) multipliée par 2 donnera

$$(12)\quad \Sigma m\,\omega^2 + \Sigma m\,\omega_1^2 - \Sigma m\,\omega_0^2 = 0,\ \text{ou}$$

$$(13)\quad \Sigma m\,\omega_0^2 = \Sigma m\,\omega^2 + \Sigma m\,\omega_1^2.$$

69 *bis*. Sur le principe des forces vives; par le même.

Soient m, m'.... des masses soumises à des forces quelconques P, P'...., et liées entre elles d'une manière quelconque. En désignant par x, y, z, etc., les coordonnées des points matériels m, m'...., par X, Y, Z.... les projections algébriques des forces P, P'.... on aura

$$\omega\, d\omega + m'\omega' d\omega + \ldots = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz + X'\,dx' + Y'\,dy' + Z'dz'.$$

Concevons maintenant que le point matériel m parte de la position O et parvienne au bout du temps t dans la position A; en parcourant une courbe ONA; puis qu'après avoir tracé les droites O o, N n, A a qui indiquent pour chaque point de la courbe ONA la direction de la force motrice P, on construise une courbe $o\ n\ a$ normale à toutes ces droites. Si l'on nomme

p la distance A a on aura

(2) $$\frac{dp}{\sqrt{dx^2+dy^2+dz}}=lim.\frac{\Delta p}{\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}}$$

pour le cosinus de l'angle aigu ou obtus formé par la direction a A avec la direction de la vitesse. D'ailleurs

(3) $$\frac{X dx+Y dy+Z dz}{P\sqrt{dx^2+dy^2+dz^2}}$$

est le cosinus de l'angle aigu ou obtus formé par la direction de la force P avec la direction de la vitesse. On aura donc

(4) $\pm P\,dp = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$

(5) $m\,\omega\,d\omega + \ldots . = \pm P dp \pm$. etc.

le signe + ou — devant être adopté suivant que la direction a A sera celle de la force P ou la direction opposée. La formule $X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$ sera une différentielle exacte, et par conséquent le principe des forces vives aura lieu toutes les fois que la force P sera une fonction de la longueur p. C'est ce qui aura lieu lorsque la force accélératrice, étant constamment dirigée vers un point fixe ou perpendiculaire à un plan fixe, sera fonction de la distance du point matériel au point fixe ou au plan fixe.

Pour 2 points qui s'attirent ou se repoussent, on trouvera $\pm P\,dp \pm P'\,dp' = \pm P\,dr$; le principe des forces vives aura donc lieu si la force P est fonction de la distance des 2 points matériels.

PHYSIQUE.

70. Sur les couleurs des différentes flammes et sur les spectres qu'elles produisent quand on les analyse au moyen du prisme; par M. J. Herschel. (*Correspondance mathémat.*; Tome V, 4[e] livr.)

La flamme du cyanogène, quand on l'observe à travers un prisme, forme un spectre divisé d'une manière tout-à-fait particulière en différentes parties limitées par plusieurs bandes obscures. Ces bandes partagent assez uniformément l'étendue du spectre, et ces parties lumineuses présentent toutes à peu près la même intensité d'éclat.

La flamme des feux rouges (red fire), qu'on emploie au théâtre, et qu'on produit en brûlant du nitrate de strontiane, présente deux teintes rouges brillantes. Le spectre qu'elle forme au moyen du prisme offre de nombreuses solutions de continuité;

mais la circonstance la plus remarquable est la formation d'une ligne extrêmement brillante, d'un bleu vif et absolument distincte de tout le reste. La flamme du potassium qui brûle dans l'iode donne encore un spectre d'une forme singulièrement remarquable. La lumière provenant d'un homard qui approche de l'état de putréfaction est d'un vert bleuâtre. Analysée au moyen du prisme, elle donne un spectre dont l'éclat est trop faible pour qu'on puisse distinguer quelque différence de couleur entre le milieu et les extrémités.

71. DISSERTATION SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS DES IMPRESSIONS produites par la lumière sur l'organe de la vue; par M. J. PLATEAU. 32 pag. in-8°. Liége, 1829; Dessain.

Ce travail est remarquable par la multitude et la précision des expériences. Nous ne pouvons en donner qu'une faible idée, en rapportant ici les conclusions de l'auteur.

Première section. 1° Une sensation quelconque exige un temps appréciable pour se former complètement, de même que pour disparaître complètement.

2° Les sensations ne disparaissent pas brusquement, mais diminuent graduellement d'intensité.

3° Lorsqu'une sensation s'efface, la marche de son décroissement est d'autant moins rapide que la sensation est plus près de sa fin.

4° Les différentes couleurs, éclairées par la simple lumière du jour, procurent des sensations qui diffèrent très-peu quant à leur durée totale. Sous ce rapport, les couleurs paraissent devoir être rangées dans l'ordre suivant, en commençant par celle qui produit la sensation la plus durable: *Blanc, jaune, rouge, bleu.*

5° Cette durée totale, comptée depuis l'instant où la sensation a acquis toute sa force, jusqu'à celui où elle n'est plus qu'à peine sensible, est à peu près de 0″, 34 terme moyen.

6° Enfin, il résulte accidentellement de mes expériences que les couleurs principales doivent être aussi rangées, relativement à l'intensité de leurs sensations, dans cet ordre: *Blanc, jaune, rouge, bleu*, en commençant par celle qui produit l'impression la plus énergique.

Deuxième section. 1° De nouvelles preuves confirment le dernier des résultats précédens, savoir que, sous le rapport de l'énergie de leurs sensations, les couleurs doivent être rangées

dans l'ordre suivant, en commençant par celle qui a le plus d'action : *Blanc, jaune, rouge, bleu.*

2° Les angles visuels sous lesquels mon œil cesse d'apercevoir ces différentes couleurs, sont les suivans :

	A l'ombre.	*Au soleil.*
Blanc	18″	12″
Jaune	19″	13″
Rouge	31″	23″
Bleu	42″	26″

les angles observés au soleil étant à peu près les deux tiers des angles correspondans observés à l'ombre.

3° Lorsque les sensations de deux couleurs différentes se succèdent alternativement sur la rétine, avec une vitesse insuffisante pour qu'il en résulte une sensation unique, il se manifeste généralement de vives nuances étrangères aux deux couleurs employées et à leur mélange; on peut même par ce moyen produire un beau blanc, et cela en ne se servant que de jaune et de bleu.

4° Lorsque deux sensations se succèdent alternativement avec assez de rapidité pour qu'elles paraissent n'en former qu'une seule, cette dernière n'offre pas toujours la même couleur que le mélange matériel des deux couleurs employées : ainsi, en combinant de cette manière et dans certaines proportions, l'impression du jaune avec celle du bleu foncé, on produit une couleur parfaitement grise, sans la moindre nuance de vert.

5° Les sensations de certaines couleurs (peut-être n'y a-t-il d'exception que pour le jaune) n'agissent pas, dans leur combinaison avec d'autres sensations, en raison de l'intensité de ces couleurs; leur *maximum* d'influence réside dans une certaine teinte pâle, en deçà et au-delà de laquelle cette influence diminue : ainsi la teinte bleue qui possède ce *maximum* à l'égard du rouge et du jaune, est celle du ciel dans ses parties les plus colorées.

72. Expériences et observations sur la conductibilité électrique; par W. Ritchie, recteur de l'Acad. de Tain. (*Transactions philos.*; 1828, pag. 373.)

M. Ritchie rapporte dans ce mémoire les expériences suivantes :

1° L'électricité ordinaire des conducteurs peut s'ouvrir un passage au travers des boules de verre très-minces soufflées à l'extrémité d'un tube thermométrique.

2° et 3° Une bouteille de Leyde ne peut pas être chargée dans le vide, mais peut être chargée plus fortement dans l'air comprimé.

4° A l'extrémité d'une barre de fer chauffée au rouge-blanc, les étincelles sont petites et continues comme dans l'air raréfié.

5° La même charge électrique franchit un plus grand intervalle entre 2 corps chauffés au rouge qu'entre les mêmes corps froids.

6° La conductibilité de la flamme est due principalement à la raréfaction de l'air.

7° et 8° Le fer chauffé au rouge est meilleur conducteur que le fer froid (pour l'électricité de la machine, c'est-à-dire pour l'électricité qui a une grande tension).

9° Un aimant en fer à cheval touche, par chacun de ses pôles, chacune des extrémités de deux barres de fer parallèles; les autres extrémités de ces barres sont chauffées et elles agissent d'autant plus vivement sur une aiguille aimantée placée entre elles, que leur température est plus haute jusqu'au rouge.

73. Du pouvoir thermo-électrique des métaux; par M. Becquerel. (Extrait du Mémoire communiqué à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 3 août 1829.)

La chaleur et l'électricité sont deux effets que l'on observe dans tous les phénomènes de la nature; lorsque l'un se manifeste, l'autre paraît ordinairement avec plus ou moins d'énergie. Leurs rapports mutuels sont donc indispensables pour la connaissance des propriétés physiques de tous les corps.

Dans l'état actuel de la science, il est bien difficile de se prononcer sur la nature de la chaleur et du fluide électrique, considérés comme provenant du même principe. Ce qu'il y a de mieux à faire est de rechercher avec soin les rapports qui existent entre ces deux effets; de leur comparaison pourront résulter des notions sur la cause qui les produit simultanément. M. Becquerel a été conduit par l'expérience au principe suivant: quand un fil de métal ou une suite a, a', a'', etc., de molécules métalliques liées entre elles par la force d'aggrégation, est en contact par une de ses extrémités a, avec une source de cha-

leur *b*, d'une nature quelconque, à l'instant où la chaleur commence à se propager, cette extrémité prend l'électricité positive, tandis que l'électricité contraire est chassée dans tous les sens; mais *a'* recevant de la chaleur de *a*, *a''* de *a'*, etc., il s'en suit que la seconde molécule, qui s'échauffe aux dépens de la première, prend à celle-ci de l'électricité positive et lui donne de l'électricité négative; ainsi de suite pour les autres molécules. Comme les électricités positives et négatives, qui s'accumulent autour de chaque molécule, se recombinent continuellement, il se forme donc, pendant tout le temps de la propagation, une suite de décompositions et de recompositions du fluide neutre. D'après cela, comme l'électricité est en mouvement, le fil ou le système ne manifeste aucune électricité tant qu'il est isolé; mais aussitôt que la source de chaleur communique avec le globe, on recueille avec un condensateur un excès assez fort d'électricité positive. Plusieurs expériences décisives démontrent la justesse de cette théorie.

D'après ce fait, il était assez naturel de supposer que dans un circuit fermé, composé de deux fils ou barres de métal différent, si l'on élève la température d'une des jonctions et si le mouvement de la chaleur ne se fait pas de la même manière, dans chaque métal, à droite et à gauche des points de jonction, il en résultera des effets électriques qui, étant inégaux et dirigés en sens inverse, produiront un courant électrique dont l'intensité sera égale à leur différence. C'est ce que M. Becquerel a démontré dans les phénomènes thermo-électriques découverts par M. Seebeck.

Il a d'abord fait voir qu'une différence de température dans les parties de chaque métal, qui avoisinent les points de jonction, lorsque ces mêmes points ont une température constante, n'est pas la cause qui influe sur la production des phénomènes thermo-électriques; ainsi le refroidissement dans l'air n'y a aucune part. Il a montré ensuite que ces phénomènes sont dus au mouvement de la chaleur et non à des effets chimiques résultent de l'action de l'oxigène sur les métaux, car ils ont encore lieu avec la même intensité dans un milieu rempli de gaz hydrogène bien sec. Dans un circuit composé de différens métaux, si on élève successivement la température d'une des soudures, depuis zéro jusqu'à 40°, tandis que l'autre reste à zéro, l'intensité du courant croît en raison de la température. Quant aux

rapports qui existent entre les intensités des courans produits par le contact de divers métaux, pour la même température, les premières expériences ont été sans succès. M. Becquerel se bornait à former des circuits et à déterminer rigoureusement l'intensité du courant provenant de l'élévation de température à telle ou telle soudure. Toutes les fois qu'il changeait de circuit, les résultats cessaient d'être comparables. Il finit par en découvrir la cause : chaque circuit ne possédait pas le même pouvoir conducteur, en raison de la différence de grosseur et de longueur des fils de métal et de leur nature. Pour obvier à tous les inconvéniens qu'il avait rencontrés, il a composé un circuit de tous les métaux dont il voulait déterminer le pouvoir thermo-électrique; dans toutes les expériences, la conductibilité électrique était la même et les résultats devinrent comparables. C'est en opérant ainsi qu'il a trouvé que pour une température donnée de 20°, par exemple, chaque métal acquiert une puissance ou action thermo-électrique telle, que l'intensité du courant que l'on obtient par l'élévation de température d'une soudure, est égale à la différence des quantités qui représentent chacune de ces actions. Par exemple, pour le fer et le cuivre, en désignant par P cette action ou cette puissuissance, on a P fer — P cuivre = 27,96, pour l'intensité du courant quand on élève la soudure, fer, cuivre à 20°; de même pour le platine et le fer, P fer — P platine = 36,07. En retranchant la première de la seconde, on a P cuivre — P platine = 8,11, au lieu de 8,55 que donne l'expérience, etc., etc. En représentant par x la puissance du pouvoir thermo-électrique du fer à 20°, on a pour les autres métaux

P fer........	$=x$
P argent.....	$=x-26,20$
P or.........	$=x-26,76$
P zinc.......	$=x-26,96$
P cuivre......	$=x-27,96$
P étain......	$=x-31,24$
P platine.....	$=x-36.$

Si x était connu, le pouvoir thermo électrique de chaque métal s'en déduirait. On voit seulement, d'après ces valeurs, que l'or, l'argent, le zinc et même le cuivre ont des pouvoirs à peu près égaux, puisque les différences 26,20, 26,76, 26,96, 27,96 diffèrent peu entre elles. Or, quand on cherche parmi les pro-

priétés calorifiques celles qui sont sensiblement les mêmes pour ces quatre métaux, on ne voit que le pouvoir rayonnant qui s'y rapporte. Il faudrait donc admettre que dans le contact de deux métaux différens, le rayonnement de chaque surface est le même que celui qui a lieu dans l'air, et que la différence des pouvoirs rayonnans détermine et le sens et l'intensité du courant. En partant de ce principe, on parvient à déterminer x et l'on a pour les pouvoirs thermo-électriques

P fer...........	=133,50
P argent........	=107,30
P or............	=106,80
P zinc..........	=106,54
P cuivre...	=105,54
P étain.........	=102,26
P platine.......	= 97,50.

Ces valeurs se rapportent à une conductibilité électrique donnée, car si on changeait de circuit, elles ne seraient plus les mêmes. M. Becquerel, au moyen d'un principe qu'il a découvert, a déterminé les pouvoirs thermo-électriques de chaque métal pour une température et une conductibilité électrique quelconques. Ces pouvoirs sont

P fer.............	=5.
P argent..........	=4,07
P or..............	=4,052
P zinc............	=4,035
P cuivre..........	=4.
P étain...........	=3,89
P platine...	=3,68.

Ces valeurs sont indépendantes du plus ou moins de chaleur et du refroidissement dans l'air de la partie des fils située en dehors de la source de chaleur. Il suffit, pour le prouver, de former un circuit de plusieurs fils alternatifs de fer et de platine n'ayant pas les mêmes dimensions en longueur et en grosseur, et d'élever successivement la température de chaque jonction des fils au même degré; on trouve que les courans ont la même intensité. Il résulte de là que cette intensité est indépendante de la longueur et du diamètre des fils. Il est infiniment probable qu'elle serait encore la même si ces fils étaient réduits à une suite de molécules simples.

On peut vérifier, avec les résultats précédens, le fait bien connu, que lorsque la température est la même dans toutes les parties d'un circuit composé de fils de différens métaux, le courant est nul. Il ne faut pour cela que faire la somme des nombres qui représentent les intensités des courans, pris chacun avec leurs signes; on trouve que cette somme est égale à zéro.

M. Becquerel a tiré les conséquences suivantes des faits consignés dans ce Mémoire.

Il est généralement admis que lorsqu'une barre métallique plonge par un de ses bouts dans un milieu plus chaud que l'air environnant, chaque point infiniment petit de cette barre reçoit de la chaleur par le contact du point qui précède, et en communique à celui qui le suit; qu'un même point est influencé non-seulement par ceux qui le touchent, mais encore par ceux qui l'avoisinent à une certaine distance en avant et en arrière, de manière qu'il se produit dans l'intérieur de la barre un véritable rayonnement de molécule à molécule, d'où il résulte que chaque point intérieur du corps communique de la chaleur à ceux qui l'environnent à une petite distance et en reçoit d'eux. L'excès de cette seconde quantité sur la première détermine la quantité dont sa température propre s'accroît à chaque instant.

Les effets électriques observés pendant la propagation de la chaleur dans une barre de métal produisent des effets analogues. Si l'on considère, par exemple, une molécule de cette barre recevant successivement de la chaleur et en communiquant aux molécules voisines, les électricités positives et négatives qui l'entourent exercent des actions attractives et répulsives sur les électricités des molécules situées à peu de distance. Ainsi, tant qu'il y a rayonnement de la chaleur d'une molécule à l'autre, il y a également actions électriques à distance, deux effets qui ont de l'analogie ensemble et qui concourent à établir un nouveau rapport entre la chaleur et le fluide électrique.

Les effets électriques qui ont lieu pendant le refroidissement et le réchauffement du corps font naître plusieurs conjectures. Une partie de l'électricité atmosphérique ne serait-elle pas due à une cause semblable? Que l'on considère un instant une por-

tion de l'atmosphère dans un calme parfait et ayant la même température, l'état d'équilibre ne saurait être troublé; mais si, par une cause quelconque, il survient un courant d'air plus froid, qui pénètre cette portion, celle-ci se refroidira, prendra l'électricité négative et l'autre l'électricité positive : le contact des molécules étant de peu de durée, en raison de la vitesse du courant, chacune d'elles devra conserver une partie de l'électricité qui s'est dégagée pendant le changement de température. Si les portions qui se sont refroidies renferment des vapeurs aqueuses, elles se condenseront, s'empareront de l'électricité, et formeront un nuage chargé d'électricité négative. Dans le cas où l'air froid contient aussi des vapeurs, on a un nuage possédant l'électricité positive.

On a observé qu'en général l'air qui est à une certaine distance des maisons et des arbres possède de l'électricité positive dans les temps froids et sereins; cela se conçoit; car l'air froid qui se trouve en contact avec la terre, après s'être échauffé à ses dépens, s'élève en raison d'une pesanteur spécifique moindre, et emporte avec lui l'électricité positive, qu'il a prise pendant son réchauffement.

74. Théorie de Leslie sur l'effet des Paratonnerres. (*Edimb. new Philos. Journ.*; juillet 1824, p. 25.

Quelles que soient les spéculations que l'on fasse sous le rapport de la lumière électrique et de la manière dont une pointe ou une surface arrondie produit ses différens effets, on est obligé d'admettre que l'électricité n'est jamais transmise à un corps éloigné d'une manière perceptible que par le moyen d'un courant d'air. Ce principe une fois posé, on sera à même d'apprécier les effets réels des paratonnerres.

Lorsque deux masses d'air à différens degrés de température arrivent à leur point de saturation et qu'elles se mélangent, une quantité de vapeur dissoute se précipite et reprend son état aqueux; par cette conversion, la masse acquiert de l'électricité, et la répulsion qu'elle exerce tend à disperser les petits globules d'eau qui sont suspendus dans l'atmosphère, ou plutôt à les faire descendre lentement, de manière à occasioner une résistance sur leur surface égale à leur gravitation. Si le nuage ainsi formé s'approche de terre, il communiquera bientôt son électricité. S'il est suspendu à une certaine hauteur, l'air électrisé s'en échappera dans toutes les directions, et si la formation est

successive, cet écoulement suffira pour en absorber l'électricité; mais lorsqu'un grand nuage est formé subitement, l'émission qui se fait par l'air en affaiblit difficilement l'intensité, et, à mesure qu'il marche, son attraction l'approche continuellement de la terre qui est électrisée différemment. L'air s'en échappe alors avec violence, jusqu'à ce que le nuage, par son abaissement continuel, approche sa partie inférieure de la terre, et opère une décharge totale. La grandeur de cette décharge dépendra évidemment de l'étendue de la masse aqueuse, de la promptitude de sa précipitation et de la rapidité de sa descente.

L'air qui s'écoule du nuage dans toutes les directions se dissipe et transmet son effet à celui qui est plus éloigné, et communique insensiblement de la sorte son électricité. Il en résulte donc que, de l'étendue dans laquelle la dispersion s'opère, et qui dépend de la distance du nuage, l'intensité de l'électricité à la surface de la terre doit être faible; aussi remarque-t-on qu'au milieu d'un orage, l'électromètre est bien moins affecté que lorsqu'il est placé à quelques pieds derrière le conducteur primitif. L'effet d'un paratonnerre, dans une pareille position, s'exerce uniquement sur l'air qui l'environne *immédiatement*, et d'après le courant d'air qu'il peut produire; il doit être bien inférieur à celui qui se forme lorsqu'on tient une pointe à quelques pieds d'une machine électrique. Afin de détourner la foudre, il serait donc nécessaire que tout l'air compris entre le nuage et la terre fut amené successivement en contact avec la pointe du paratonnerre; mais comme cet air est constamment remplacé par d'autres parties d'air électrisées par le nuage, l'effet du paratonnerre sera donc semblable à celui d'une goutte d'eau dans l'Océan. On peut démontrer aisément que quelque pointu qu'il soit, il exigerait 1000 années de temps pour préserver à 100 *yards*, et s'il était terminé par un corps arrondi, il en exigerait 10,000 à la même distance. Tel est l'effet tant vanté des paratonnerres et les avantages de leurs différentes formes. On ne peut pas en appeler à l'expérience, car il n'est pas possible de prouver que les paratonnerres ont produit de bons résultats, mais beaucoup de circonstances peuvent être citées comme preuves du contraire. On peut même être convaincu que presque tous les bâtimens armés de pareils préservatifs ont

été plus ou moins atteints par la foudre; mais si les paratonnerres sont sans utilité, leur usage est aussi bien innocent. C'est donc une erreur de penser qu'ils provoquent la foudre, car elle ne peut être entretenue que par les suggestions de la superstition, et non par celles de la science. Le nuage exerce sans doute une attraction sur la surface de la terre; mais cette force d'attraction dépend uniquement de la distance du nuage, et ne se trouve nullement affectée par la forme ou la nature de la substance sur laquelle elle exerce son action, car le nuage se transporte vers les objets les plus rapprochés et les plus élevés, et frappe indistinctement un rocher, un arbre ou un clocher.

Cependant si un paratonnerre est un appareil innocent, quoiqu'inutile pour un édifice, pourquoi causerait-il des idées inquiétantes? Il peut au moins inspirer quelque sécurité dans le moment du danger; et si le bonheur consiste dans une idée qu'on se forme, pourquoi ne pas entretenir une délicieuse erreur? Cependant, quoiqu'on ne puisse pas détourner un coup inévitable, les effets destructifs peuvent en être diminués, et la recherche de la cause réelle du tonnerre nous conduira à la connaissance des véritables principes de ce phénomène.

N. B. L'opinion de Leslie sur l'effet des paratonnerres paraît ingénieuse et digne d'attention. L'interprète s'est attaché à la rendre strictement suivant l'ordre des idées de l'auteur. Il pense qu'indépendamment de la supposition d'un courant d'air qui doit transmettre l'électricité, toute position d'un nuage électrisé en mouvement, qui ne serait pas au-dessus et dans la direction de la tige d'un paratonnerre, doit nécessairement opérer une décharge sur le bâtiment à proximité duquel il se trouve, et nonobstant le préservatif dont on l'aurait pourvu. Du reste, on ne considère cette opinion que comme très-vraisemblable, et nullement comme certaine; car ce ne sera que par l'expérience surtout, et par une étude très-approfondie de cette matière, qu'on pourra parvenir à quelque chose de positif à cet égard.

75. Recherches sur la strcture des métaux; par M. F. Savart. (*Annal. de Chimie et Physique;* mai 1829, p. 61).

On avait regardé les métaux comme des substances qui ap-

prochaient le plus de l'homogénéité, mais M. Savart a reconnu que des lames circulaires de métal d'égale épaisseur coulées en moules, ou taillées dans de grandes masses, ou prises dans des feuilles laminées, se comportent, par rapport aux vibrations sonores, comme si elles avaient appartenu à un corps fibreux ou régulièrement cristallisé. En cherchant à produire le mode de division qui se compose de deux lignes croisées rectangulairement, on trouve que la structure n'est pas la même dans toutes les directions et forme presque toujours des courbes hyperboliques formées de sons plus ou moins éloignés, quelquefois d'une quantité presque insensible et quelquefois d'une tierce, d'une quarte et même d'une quinte. Des lames d'or, d'argent, de cuivre, de zinc, de fonte, d'acier, d'antimoine, et de beaucoup d'alliages, comme le laiton, le bronze, le métal des timbres etc., offrent des phénomènes semblables à ceux des lames de bois, ou de cristal de roche, diversement inclinées entre des axes d'élasticité ou des directions du clivage.

Pour déterminer si les métaux sont cristallisés régulièrement il faut : 1° tailler des lames circulaires de mêmes diamètre et épaisseur, prises dans le même plan, et vérifier si les modes de division sont parallèles et donnent les métaux; 2° vérifier si les lames parallèles donnent des modes de division et des sons semblables.

Dans un cylindre de plomb de 15 kil. on a taillé des lames de même dimension; les 1res, 3e, 5e, 7e et 9e perpendiculaires à l'axe, les 2e, 4e, 6e et 8e passant par cet axe entre les autres lames et contenues dans le même plan : des repères convenables avaient été faits pour reconnaître leurs positions. M. Savart a trouvé que les modes de division des lames prises dans le plan passant par l'axe du cylindre, ne donnaient pas les mêmes sons; et que les lames parallèles différaient aussi et donnaient d'autres sons. — L'étain a donné les mêmes résultats.

En déterminant le mode de division d'une lame circulaire de métal d'un diamètre de 1 à 2 décimètres, et la divisant en plusieurs autres lames circulaires, ces dernières diffèrent plus ou moins entr'elles par le mode de division et les sons qu'elles donnent, et rarement les lignes nodales sont parallèles dans deux d'entr'elles.

M. Savart conclut de ces faits que les métaux n'ont pas une

structure homogène et ne sont pas cristallisés régulièrement; on peut supposer qu'ils ont une structure semi-régulière, comme si, dans le moment de leur solidification, il se produisait dans l'intérieur des cristaux distincts, d'un grand volume, dont les faces homologues ne seraient pas tournées du même coté, et cette idée se trouve appuyée par ce qu'on observe quand on fait cristalliser du plomb; la cavité intérieure est tapissée de petits cristaux octaèdriques rangés par files parallèles, croisés rectangulairement et formant plusieurs systèmes distincts.

Des lames de métal taillées dans de grandes masses, ou fondues dans des moules qui leur font prendre tout de suite la forme circulaire, présentent quelquefois des différences de sons peu sensibles, et d'autres fois de plusieurs tons; et la substance dont est formé le moule, la position du jet, la direction plus ou moins inclinée du moule ne paraissent pas exercer d'influence, non plus que le refroidissement subit, un courant électrique. Des chocs imprimés au moule dans le moment de la solidification troublent la cristallisation, les lames ne font plus entendre qu'un seul son, et le système nodal composé de deux lignes croisées n'occupe plus une position déterminée.

L'écrouissage, le laminage, le recuit altèrent la distribution de l'élasticité des métaux sans les rapprocher de l'homogénéité.

G. de C.

76. Expériences comparatives sur différens instrumens pour mesurer la rosée, *avec une description d'un instrument perfectionné;* par J. Adie. (*Edinb. journ. of science;* juin 1829, p. 60).

M. Adie ayant eu occasion de faire quelques expériences avec les instrumens destinés à mesurer la rosée, et ayant remarqué dans les journaux différentes objections sur la construction de ceux qui sont actuellement en usage, a cherché à les rendre plus parfaits.

M. Daniel a fait remarquer qu'avec l'instrument simple, construit par M. Jones de Londres, et par M. Coldstream de Leith, une partie seulement du réservoir oblong est exposé à la dépression de température produite par l'évaporation de l'éther, tandis que la partie supérieure de la boule où le dépôt de la rosée a lieu n'est refroidie que par le pouvoir conducteur

du mercure; l'erreur dans l'instrument de M. Daniel est l'inverse, comme cela a été bien établi par M. Foggo (*Edinb. journ of Science;* n° XIII, p. 37). L'éther renfermé dans la boule sur laquelle on observe le dépôt étant refroidie par l'évaporation à sa surface, toute la masse doit acquérir la température du pouvoir conducteur du fluide seulement, et comme le thermomètre renfermé est à moitié plongé dans l'éther et à moitié exposé à la température de sa vapeur, tandis que le dépôt a lieu seulement sur une zône à la surface de l'éther, une zône seulement de la boule du thermomètre renfermé est exposé à la température de la rosée, les autres parties conservent la température de l'éther qui est au-dessous; ainsi l'instrument donne un point pour la rosée d'une température toujours supérieure à la véritable. — M. Adie a vérifié ces résultats.

Pour obvier à ces inconvéniens, M. Adie a d'abord proposé de construire l'instrument de Coldstream avec une boule au lieu d'un cylindre, et de le couvrir entièrement de mousseline, excepté un petit espace de $\frac{1}{5}$ de pouce de diamètre, au-lieu de le couvrir un peu plus qu'à moitié comme on le fait ordinairement, et cependant il a trouvé que cet instrument donne des résultats différens des autres et de la méthode de Saussure. Il a imaginé alors de placer un liquide entre la surface refroidissante et le thermomètre; les avantages de cette méthode paraissent être que le liquide peut être conservé en mouvement autour de la boule du thermomètre, et parconséquent à une température égale, ce à quoi il est parvenu par le moyen suivant.

Un thermomètre ayant une petite boule est renfermé dans une boule ou un cylindre de verre noir couvert de soie, laissant libre uu petit espace d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre, où le dépôt doit être observé : l'espace entre l'enveloppe et la boule est à-peu-près rempli avec un liquide qui ne doit pas se geler par l'abaissement de température comme l'alcool ou l'eau mêlée avec une certaine quantité de sel; et quand on se sert de l'instrument on agite le liquide.

Avec cet instrument M. A. a obtenu des résultats constans, et toujours les mêmes que ceux qui sont donnés par la méthode de Saussure : la plus grande différence s'est trouvée de $\frac{1}{2}$ degré, et dans trois ou quatre cas seulement. G. de C.

77. Notice concernant un moyen de produire une chaleur intense avec le gaz, pour divers besoins des arts; par M. Brewster. (*Edinb. journ. of science*; juin 1819, p. 104.)

Dans l'intention de se procurer une flamme parfaitement homogène pour des expériences microscopiques, M. Brewster a trouvé le moyen d'obtenir une lampe *monochromatique*, au moyen de laquelle on se procure une flamme jaune d'une grande intensité. Cette lampe a été présentée à la Société royale d'Édimbourg en avril 1822.

M. Brewster place un morceau de toile métallique au-dessus de la flamme d'une lampe à alcool; quand cette toile est rouge, il la descend jusque sur la mèche, et il se produit alors une grand développement de lumière jaune. En plaçant la toile à deux pouces au-dessus d'un jet simple de gaz de l'éclairage, le gaz brûle avec beaucoup d'agitation et très-peu de lumière, la flamme extérieure est d'un vert bleuâtre et l'intérieure d'un bleu pâle teint légèrement de rouge, qui devient toujours d'un beau jaune homogène quand un corps que l'on y a placé reste suffisamment échauffé. En examinant cette flamme, le Dr Brewster a trouvé qu'elle diffère essentiellement de toutes les autres flammes. Celle d'une chandelle, du gaz et de l'esprit de vin est formée d'un cône dans l'intérieur duquel il n'y a pas d'oxigène, comme l'ont prouvé MM. Sym et Davy; d'après cela ces flammes produisent comparativement peu de chaleur. Au contraire, la flamme produite au-dessus de la toile est une masse solide semblable à celle du chalumeau d'oxigène et d'hydrogène, et produit alors une chaleur très-intense; ce n'est donc pas une flamme proprement dite, mais en réalité une succession d'explosions du mélange gazeux et d'air, et M. B. a pensé que l'on pouvait tirer parti de ce moyen dans les arts.

Le Dr Duncan jeune est dans l'usage depuis bien longtemps de brûler le gaz sous une toile métallique pour répandre la chaleur sur une grande surface, et M. Samuel Marcy (journ. de Silliman; mai 1819), a fait de nombreuses expériences pour obtenir de la chaleur en brûlant les vapeurs de diverses substances sous une toile métallique. Voici quelques-uns de ses résultats. Si de la vapeur d'essence de térébenthine passe au travers d'un tube couvert d'une toile métallique, elle brûle avec beau-

coup de fumée ; mais si on y mélange un peu d'air la flamme devient blanche; en ajoutant plus d'air, la flamme diminue, bleuit et devient très-faible, en faisant entendre un son musical; plus d'air fait disparaître presqu'entièrement la lumière, mais la combustion continue, comme le prouve le son que l'on entend.

Le D[r] Brewster a fait beaucoup d'essais infructueux pour produire une chaleur intense sans l'emploi d'aucun corps étranger: il réussit de la manière suivante. Un bec de gaz d'un seul jet est surmonté par un anneau portant quatre petits becs, et communiquant avec la conduite du gaz. Quand on allume le bec, les quatre petites flammes augmentent singulièrement l'effet du bec. En se servant de gaz comprimé l'effet est beaucoup augmenté; mais on arrive rapidement à une limite où la rapidité du courant éteint le gaz. La chaleur est assez forte pour fondre rapidement le fer. G. de C.

78. Essai sur une Lampe Monochromatique obtenue par la combustion du gaz comprimé; par M. Brewster. (*Edinb. journ. of scien.*; juin 1829, p. 108.)

En février 1826, le D[r] Brewster a montré à la Société des arts l'expérience de convertir la flamme d'une lampe portative en une masse de lumière jaune homogène, en y plaçant un fil de platine ou une feuille de mica, et il a trouvé que l'on peut obtenir une flamme monochromatique en laissant une spirale de platine s'agiter dans la partie inférieure de la flamme par sa force impulsive; mais comme ce fil se recouvre de matière grasse et peut se déplacer, il a employé une mèche de coton grossier saturée de sel ammoniac et que l'on place dessus ou dessous l'anneau de la lampe dont nous avons parlé dans le précédent article. On peut aussi employer un cylindre creux d'éponge, ou une mèche d'asbeste, et il peut être bon de suppler à portion de la solution saline une fontaine capillaire.

Nota. Le fait d'où le D[r] Brewster est parti pour ses expériences est connu depuis longtemps, et, sans citer d'autres résultats, on peut rappeller seulement ceux de Davy sur l'influence d'un corps solide, un fil de platine par exemple, sur la lumière dégagée par une flamme. G. de C.

79. Note relative a quelques expériences anciennes sur la durée du refroissement d'un corps dans différens gaz; par le prof. P. Prevost. (*Annal. de Chimie et Physiq.*; mars 1829, p. 332.)

Achard a donné les résultats suivans de ses expériences sur la durée du refroidissement d'un corps dans divers gaz. Le corps était la boule d'un thermomètre à mercure.

Gaz hydr. par le zinc et l'acide hydrochl.			Acide carbonique.		
70	à 60° R. en	15 secondes.	70	à 60°	30 secondes.
60	50	20	60	50	37.
50	40	28	50	40	53.
40	30	50	40	30	92.
30	20	128	30	20	250.

Les résultats obtenus depuis sont dans le même sens, et M. Prevost prévient que dans le mémoire d'Achard, par une erreur évidente, il est dit que dans l'hydrogène les corps se refroïdissent plus *lentement*. G. de C.

80. Essai de quelques expériences sur la Torpille; par sir Humphry Davy. (*Philosoph. Transact.*; 1829, part. I, p. 15.)

M. Davy entreprit en 1815, dans la baie de Naples, quelques expériences sur la Torpille: il fit passer les décharges dans un circuit non interrompu fait avec des fils d'argent au travers de l'eau sans obtenir la moindre décomposition, et en répétant la même expérience au mole de Gaëte avec un appareil dans lequel les surfaces métalliques étaient les plus petites possibles, et dans lequel on complétait le circuit avec d'excellens conducteurs, comme de l'acide sulfurique et de la potasse, il n'obtint pas plus de résultats. A Rimini, il répéta sans aucun résultat l'expérience en usant de toutes les précautions qu'il put imaginer, et il fit aussi passer les décharges dans un petit circuit complété par un fil de $\frac{1}{4}$ de pouce de long et de moins de $\frac{1}{1000}$ de pouce de diamètre, qui avait été préparé par Cavendish pour un Micromètre, sans qu'il y eût de combustion. D'après ces expériences, il conclut que l'on avait à tort comparé les organes de la Torpille à une batterie électrique fortement chargée; mais en parlant de ces résultats à Volta, celui-ci lui montra un instrument qui, d'après lui, paraissait remplir les conditions

des organes de la Torpille. C'était une pile dont les substances fluides étaient un conducteur imparfait, comme le miel ou un extrait saccharin, qui ne se charge qu'en beaucoup de temps, ne décompose pas l'eau, mais donne de fortes secousses.

Désirant s'assurer si l'électricité de la Torpille produirait des effets électro-magnétiques, il fit des expériences avec deux Torpilles, l'une d'un pied de long et l'autre plus petite. Les chocs furent communiqués un grand nombre de fois au travers d'un électromètre magnétique extrêmement sensible, sans apercevoir la moindre déviation dans l'aiguille, et le circuit était cependant parfait, puisque touchant avec une main mouillée d'eau salée la cuiller d'argent et avec l'autre le fil de l'électromètre, les chocs étaient suffisans pour se sentir fortement dans les deux coudes, et une fois dans les épaules.

On peut expliquer ces résultats en supposant que le mouvement de l'électricité dans les organes de la Torpille se fait dans un temps incommensurable et qu'il faut un courant continué quelque temps pour produire la déviation de l'aiguille, et M. Davy a trouvé que l'aiguille était également insensible à la décharge d'une forte bouteille de Leyde, quoiqu'elle fût affectée par le courant continuel des plus petites surfaces d'appareils voltaïques. Deux couples zinc, argent et papier mouillé dans l'eau salée produisaient une dérivation permanente de quelques degrés, quoique les plaques de zinc n'eussent que $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre.

G. de C.

81. Sur l'inclinaison de l'Aiguille aimantée a Londres; par Ed. Sabine. (*Transact. of the Roy. Society;* Part. I, 1829, p. 47.)

Les expériences de M. Sabine sont la suite de celles qu'il a publiées dans les Transactions pour 1822, et qui avaient été faites à Regent's-Park en août 1821. M. Sabine avait employé pour les faire, une aiguille construite par le professeur Meyer de Gœttingue, afin d'éviter les erreurs ordinaires provenant de la non coïncidence des centres et du mouvement de gravité; après 6 années, espace probablement suffisant pour constater la diminution de l'inclinaison, les expériences ont été reprises dans le jardin de la Société d'horticulture de Chiswick, distant d'environ 6 milles de Regent's-Park, et dans une direction qui coïn-

cide autant que possible avec la ligne d'inclinaison égale passant par Regent's-Park. L'appareil est le même; il consiste en un cercle de 12 pouces de diamètre, chaque diamètre étant gradué de 0° à l'horizon à 80° à la verticale, et divisé en espaces de 20'. Les bords verticaux des supports d'agathe sur lesquels reposent les axes de l'aiguille sont rendus horizontaux par une plaque de cuivre circulaire portant un niveau à alcool; la partie inférieure de la plaque est parfaitement dressée. Les divisions 90' et 90° du cercle, marquant les points verticaux, doivent alors coïncider avec les pointes des rayons coniques s'élevant à angle droit sur la plaque: par le moyen de cette plaque, le levier par lequel on effectue le mouvement est appliqué directement aux supports, et la graduation du cercle peut aussi coïncider avec eux.

La première aiguille qui a servi était une aiguille ordinaire de 11,5 pouces de long, 0,4 de large, et 0,05 d'épaisseur, arrondie à ses extrémités. Trois observations furent faites dans chacune des positions suivantes, et comme on lisait les arcs à chaque extrémité, on lisait six fois pour chaque observation. 1° La face de l'instrument à l'est et le côté marqué de l'aiguille aussi à l'est; 2° la face à l'est et le côté marqué de l'aiguille à l'ouest; 3° la face à l'ouest et le côté marqué de l'aiguille aussi à l'ouest; 4° la face à l'est et le côté marqué de l'aiguille à l'ouest; on changea alors les piles et les observations furent continuées comme auparavant. La force du magnétisme était mesurée pour le temps nécessaire pour faire 10 oscillations.

L'axe de l'aiguille ne coïncidant pas parfaitement avec le centre de gravité, l'inclinaison était plus grande quand l'extrémité marquée était au pôle nord, et plus petite dans la position inverse; en usant la première sur une pierre, la coïncidence fut presqu'absolument rétablie.

On attacha à l'aiguille une petite vis dans la ligne de l'axe et perpendiculairement à l'aiguille, et des boules de cuivre de différens volumes furent employées successivement dans les expériences suivantes, à la manière employée par le prof. Meyer. Trois observations distinctes furent faites avec le poids au-dessous, quand la face de l'instrument était tournée à l'est, trois à l'ouest. Les mêmes expériences furent faites avec le poids au-dessus pour les pôles changés, et les expériences recommencées.

On lisait toujours à chacune les indications de chaque extrémité de l'aiguille, et l'inclinaison fut déduite par la formule du prof. Meyer.

M. Sabine a aussi employé deux autres aiguilles; l'une plate avec des fils croisés attachés à l'axe, dans la direction longitudinale de l'aiguille, et deux à angle droit; par le moyen de petits poids glissans sur ces fils, on fit coïncider presque exactement, sinon absolument, l'axe avec le centre de gravité. Le même nombre d'expériences fut fait.

L'autre aiguille était faite sur un plan proposé par M. Dollond. Les deux extrémités étaient coniques, les bases des cônes occupaient deux côtés d'un cercle qui forme le milieu de l'aiguille; les quatre côtés étaient perforés pour recevoir l'axe dans chaque direction. L'inclinaison fut observée avec la face de l'instrument successivement tournée à l'est et à l'ouest, et ainsi de suite pour chaque côté, et 16 observations furent faites dans les diverses positions de l'axe et de l'instrument; ce nombre est doublé par le renversement des pôles, et comme on lisait l'indication de chaque extrémité, on observa 64 arcs; comme ensuite on fit deux observations distinctes dans chaque position de l'aiguille, de l'axe et de l'instrument, on obtint 128 arcs.

Le capitaine Franklin obtint du Département des Colonies un appareil qui lui avait servi dans sa dernière expédition, et avec lequel M. Douglas fit des observations dans le jardin de Chiswick. Le cercle est de 6 pouces de diamètre seulement, pour le rendre plus portatif et semblable au premier décrit.

Voici les résultats obtenus :

Instrument de 12 pouces de diamètre observé par M. Sabine.

Exp.	1, 2, 3, avec l'aiguille ordinaire..........	69°	46′	1
	4, 5, 6 et 7 avec l'aiguille de Meyer......	69	47	4
	8, avec une aiguille ayant un axe mobile.	69	38	3
	9, avec l'aiguille de M. Dollond.........	69	51	7

Instrument de 6 pouces de diamètre, observé par M. Douglas.

Expér.	10, 11, 12 et 13, avec l'aiguille de Meyer..	69°	51′	4
	Moyenne...	69°	47′	0

Le résultat de 1821 était de 70°, 04′, 5, d'où l'inclinaison à Londres a diminué de 17′, 5 dans six ans, et de 2′, 5 par an. Ce ré-

sultat est sensiblement moindre que la moyenne résultant de la comparaison des observations les plus authentiques faites à des intervalles considérables dans le siècle qui a précédé 1821. Un résultat semblable a été obtenu à Paris. G. DE C.

MÉTÉOROLOGIE.

82. NOTICE SUR UN DÉGAGEMENT SPONTANÉ DE GAZ INFLAMMABLE près de Bedlay, à environ 6 milles N.-E. de Glasgow; par T. THOMSON. (*Edinb. Journ. of Science;* juin 1829, p. 67.)

Il y a environ 5 semaines, on observa un dégagement considérable de gaz inflammable sur les bords d'une rivière près de Bedlay; le feu y ayant été mis, le gaz brûla pendant environ 5 semaines, et le sol qui est argileux prit tout autour l'apparence de brique pilée. La flamme était jaune et brillante, et ressemblait parfaitement à celle du gaz de l'éclairage.

Ce gaz est sans odeur et présente les propriétés physiques de l'air; il ne contient pas la moindre trace de gaz carbonique, et renferme 12,5 d'air. L'hydrogène carboné qui entre dans ce mélange est presque pure eau, prend exactement deux fois son volume d'oxigène, et laisse son volume de gaz carbonique.

G. DE C.

83. DE LA HAUTEUR DES AURORES BORÉALES, et particulièrement de celle qui a été vue le 29 mars 1826; par J. DALTON. Mémoire lu à la Société roy. de Londres, le 17 avril 1828. (*Philosoph. Transact.;* T. Ier, 1829, p. 291.)

Le 29 mars 1826, de 8 à 10 h. du soir, on aperçut, de plusieurs points de l'Écosse et de l'Angleterre, une aurore boréale d'une grande régularité et d'un éclat surprenant. M. Dalton soumet à une discussion scrupuleuse tous les renseignemens qu'il a pu se procurer sur ce brillant météore. Il résulte d'abord de l'ensemble des observations, que l'arc lumineux fut à peu près stationnaire pendant la 1re heure de son apparition, et qu'il éprouva ensuite un mouvement de plusieurs degrés vers le Sud. On l'observa simultanément à Édimburg, Leith, Kelso,

Jedbergh et Hawick en Écosse; à Carlisle, Peurith, Keswick, Cockermouth et Whitehaven, dans le Cumberland; à Kendal et à Kirkby-Stephen, dans le Westmorland; à Lancaster, Preston, Warington et Manchester, dans le Lancashire; et à Duncaster dans le Yorkshire. Partout, le sommet de l'arc parut être sur le méridien magnétique et en partant de ses hauteurs angulaires déterminées à Whitehaven et à Warington (deux points situés à peu près sous le même méridien magnétique et distans de 83 milles). M. Dalton conclut que la hauteur absolue du météore au-dessus de la surface de la terre était à très-peu près de 100 milles.

M. Dalton rapporte encore dans cet article 1° des observations et des calculs de Cavendish sur une aurore boréale de 1790, qui en placerait la hauteur absolue entre 52 et 70 milles.

2° Des observations et des calculs de M. Crosthwaite et de M. Dalton lui-même sur une aurore de 1793, qui en placerait la hauteur à 32 milles.

3° Trente déterminations de Bergmann sur des aurores boréales de diverses époques, dont les hauteurs seraient entre 130 milles et 1000 milles ou davantage.

4° Des observations d'une aurore boréale du 17 octobre 1819, dont la hauteur serait de 100 milles.

De tous ces faits, M. Dalton conclut que les aurores boréales qui forment un arc brillant et complet semblent élevées au-dessus de la surface de la terre d'environ 100 milles.

Le nom de M. Dalton est sans doute l'une des plus puissantes autorités en cette matière. C'est pourquoi il nous semble important de remarquer ici 1° que les observations simultanées faites en 1821 et 1822 par le lieutenant Hood et M. Richardson, à Basquian-Hils et à Cumberland-House, sur de nombreuses aurores boréales, ne donnent à ce météore qu'une hauteur absolue de 7 ou 8 milles; et que ces résultats sont confirmés par plusieurs observations du cap. Franklin; 2° que si les hauteurs angulaires qui servent de base à la conclusion de M. Dalton étaient tout à la fois très-précises et bien simultanées, il faudrait sans doute attribuer à l'atmosphère plus de hauteur qu'on ne lui en accorde habituellement; car il paraît bien certain, surtout depuis les expériences de Davy, que, par aucune cause, la lumière ne peut *naître* dans le *vide*, et il paraît bien certain aussi, d'après les observations de Wollaston, que l'at-

mosphère a véritablement une limite. Ainsi, à moins que la lumière des aurores boréales ne soit la lumière d'un corps pondérable analogue à une comète, il faut bien qu'elle soit produite dans l'atmosphère.

84. Essai sur le vent Sirocco a Funchal, *pendant les années* 1826, 1827 *et* 1828; par Heineken. (*Edinb. Journ. of Scien.*; juin 1825, p. 42.)

Il résulte des tables que comprend cet article, que le *vrai* sirocco ne souffle que deux ou trois fois annuellement, qu'il ne dure jamais plus de 3 jours, qu'il souffle toujours du S.-E., et qu'il est toujours *singulièrement sec;* sur la Méditerranée il est remarquable par son humidité. G. de C.

85. Observations sur la température moyenne annuelle à Funchal; par Heineken. (*Ibid.*; p. 40.)

Les nombres suivans ont été donnés pour la température moyenne de Funchal.

Kirwan	68, 9
Cavendish (rapporté par Humboldt.)	68, 9
Brewster, d'après sa formule	68, 7
Humboldt (*Traité des lignes isothermes*)	68, 5
Heberden corrigé par Schouw (rapporté par Humboldt, dans l'Histoire de Nice de Risso, 1826)	67, 3
Gourlay (rapporté par Bowdich, dans son voyage à Madère.)	66, 2
Bowdich (dans son voyage à Madère.)	66
Heineken, 1824	68, 2
1825	68, 6
1826	64, 3
1827	65, 6
1828	65, 6

M. Heineken regarde comme peu exactes les moyennes données par ceux qui l'ont précédé. G. de C.

86. Extrait du journal météorologique de Funchal, *dans l'île de Madère, du* 1er *janvier au* 31 *décembre* 1828; par C. Heineken. (*Ibid.*; p. 34.)

Pression.		*Correction pour la température.*		*Température.*
Maximum	30,480	66	30,394	Max. 82 F.
Minimum	29,340	65	29,257	Min. 51
Moyennè	30,120	69	30,022	Moy. 65 6.

Pluie, 17,67. Rosée, max., 75. Minimum, 45. Sécheresse, maximum, 28. Minimum, o.

Vents, N., 57. N.-E., 141. E., 31. S.-E., 12. S., 2. S.-O., 8. O., 81. N.-O., 34. = 366.

Pluie pour 4 années : 1825, 20,43. — 1826, 43,35. — 1827, 18,17. — 1828, 17,67. = 99,62. — Moyenne, 24,90.

Pression pour 4 années : Maximum, 30,620. Minimum, 30.

Température pour 4 années: Maximum, 84.—Minimum, 50.

Id. pour 3 années moyennes : 1826, 64,3. — 1827, 65,6 — 1828, 65,6. — Moyenne, 65,2. G. DE C.

87. SUR LES PARAGRÈLES; par Giov. dell'ARMI. (*Giorn. Arcadico;* Tom. XXXVII, p. 152.)

Le duc de Zagarolo ayant fait planter, en 1823 et 1824, plus de 100,000 paragrèles pour protéger ses vignes, M. dell'Armi rapporte, dans une lettre à ce seigneur, les remarques qu'il a faites à ce sujet; dans le cours de quatre étés depuis la plantation des paragrèles, des grèles faibles, et une très-forte, de 1827, ont produit peu de ravages sur la vigne.Il est disposé à en augmenter le nombre, mais avec des différences dans leurs constructions. Au lieu de tresses de paille, comme le commande Lapostolle, premier auteur des paratonnerres, M. dell'Armi se sert de fils métalliques qui coûtent beaucoup moins; aux perches, il a substitué les échalas. Il les fait passer dans un trou fait au travers de deux des plus forts placés l'un au bout de l'autre, et attachés par quelques nœuds. Un paragrèle de cette construction coûte à peine 5 bajocchi (93 bajocchi valent 5 francs), et demande seulement quelques instans pour durer cinq étés, et dix suffisent pour un rubbio (arpent); la dépense annuelle ne surpasserait pas un paolo (40 bajocchi) par arpent de vignes.

Après avoir reçu cette lettre, le duc de Zagarolo se décida à faire planter plus de mille paragrèles tant doubles que simples, et l'on a trouvé qu'un paragrèle simple, la main-d-œuvre comprise, coûte à peu près 7 bajocchi, et un double 17.

L'auteur rapporte ensuite une expérience d'où il conclut que c'est à tort que l'on regarde la vapeur d'eau dans l'air comme la cause de la déperdition de fluide électrique. Il fit un tube de soie d'environ 3 mètres, et de 3 déc. de large, verni avec la gomme laque dissoute dans l'alcool, et qui était maintenu, de distance en distance, par de petits anneaux de canne à sucre; il le suspendit verticalement près de la grande machine electrique du professeur Scarpellini, dans une belle matinée de juillet; une tige fut plantée dans le sol, et son extrémité très-aiguë s'élevait dans le tuyau. Un vase rempli d'eau, portée à l'ébullition par une lampe à alcool, soutenu par des cordons de soie. La charge de la machine ne diminua pas même en plaçant le vase d'eau bouillante sous la machine électrique, à une telle distance seulement, que le conducteur n'était pas enveloppé de vapeur vésiculeuse. G. de C.

CHIMIE.

188. Observations chimiques diverses; par John Davy. (*Edinb. new philosoph. journn.*; oct.-déc., 1828, p. 128

Effets de la lumière sur une solution d'émétique et de vin d'antimoine.

Quand on expose pendant quelques semaines à l'action directe des rayons solaires une dissolution d'émétique dans un vase fermé, elle devient trouble et il s'y forme un précipité qui a la propriété du protoxide d'antimoine. Une drachme d'émétique dissoute dans 4 onces d'eau, et exposée au soleil à Corfou et à Malthe, pendant douze mois, le précipité recueilli pesa 1 grain; il consistait en peroxide et protoxide d'antimoine. La décomposition marche d'abord très lentement, mais une fois que la dissolution est devenue trouble, le changement devient plus rapide. Cela est dû probablement à ce que les particules d'oxide d'antimoine dégagées, exercent une influence sur celles qui restent en dissolution.

Le vin émétique, au contraire, n'éprouve aucune altération.

Effets de la lumière sur la solution de sur-acétate de plomb.

Le sur-acétate de plomb dissous dans l'eau est plus aisément

décomposé que le sel précédent; il se précipite du carbonate de plomb.

Sur le nitrate d'argent comme moyen de découvrir la présence de petites quantités de matières végétales et animales dans l'eau.

Le nitrate d'argent dissous dans l'eau pure n'est pas altéré par les rayons solaires; si la plus petite quantité de matière végétale ou animale se trouve dans l'eau, sa liqueur est décolorée, et, avec l'eau distillée ordinaire, la décoloration est forte. Pour prouver que la cause du changement de couleur est bien celle assignée, il suffit de laisser déposer la matière végétale et de décanter la solution incolore, de l'exposer aux rayons solaires; quelque forts que soient ces rayons, il ne se produit aucun effet; mais si l'on ajoute de l'eau distillée ordinaire, le phénomène reparaît à l'instant. M. J. Davy regarde le nitrate d'argent ainsi employé, comme le meilleur moyen de découvrir dans l'eau, la présence de très petites quantités de matières végétales et animales; et s'il existe des muriates dans l'eau, il faut avoir soin de laisser précipiter complètement le chlorure d'argent dans l'obscurité, et de ne soumettre que le liquide décanté à l'action de la lumière.

4. *Sur la solubilité du phosphore dans l'eau.*

De l'eau distillée dans un flacon bien bouché, dans lequel un bâton de phosphore est resté pendant 24 heures, présente après la filtration une odeur de phosphore et est lumineuse dans l'obscurité.

Avec de l'eau imprégnée de gaz carbonique, d'acide sulfureux ou de gaz nitreux, l'eau a une odeur de phosphore, mais elle n'est pas lumineuse.

5. *Sur la température de la fusion du phosphore.*

D'après Pelletier, le phosphore fond à 99°, et d'après Thomson à 108. Le phosphore essayé par M. J. Davy fond à 112°; à 110° il est cassant et très facile à réduire en poudre. Refroidi très lentement dans une solution de potasse, il est resté liquide à 72°; en le touchant alors avec le thermomètre il est devenu instantanément solide.

6. *Solution de potasse comme moyen eudéométrique.*

Une forte solution de potasse peut être employée dans les recherches eudéométriques avec le phosphore pour déterminer

exactement et sans calcul la quantité d'azote, par la propriété qu'a la potasse de séparer le phosphore de l'azote.

7. *Sur l'odeur et la saveur de l'acide borique.*

Le D[r] Thomson, sur l'autorité d'autres chimistes, dit que l'acide borique a une saveur acide d'abord, et ensuite fraîche et amère, et laisse enfin une saveur douce et agréable. La saveur de cet acide est amère pour M. J. Davy, non moins que le sel d'Epsom, et sans saveur douce.

D'après le même auteur, l'acide borique n'a pas d'odeur, mais développe une odeur de musc quand on y verse de l'acide sulfurique. M. J. Davy n'a jamais obtenu ce résultat.

M. Thomson établit enfin que l'acide borique rougit faiblement le tournesol; M. J. Davy rappelle que M. Faraday a trouvé qu'il brunissait le papier de turmeric comme un alcali.

8. *Sur le borate d'argent.*

Le D[r] Thomson dit que le borate d'argent se précipite d'un mélange de deux dissolutions de nitrate d'argent et de borax. M. J. Davy a trouvé que l'acide borique ne précipite pas le nitrate d'argent, et que si l'on sature par de l'acide nitrique l'excès de base du borax il ne précipite pas ce sel. Le précipité dont parle Thomson est de l'oxide ou un sel double.

Sur la propriété purgative du sel de Glauber comme liée à la quantité de sulfate de fer qu'il contient.

Sur six échantillons de sel de Glauber que M. J. Davy a examinés, cinq contenaient une petite quantité de fer probablement à l'état de sulfate; un seul en était privé. Le D[r] Paris exprime dans sa pharmacologie l'opinion que les sels de Glauber sont plus toniques que le sel d'Epsom; cela doit tenir au sel de fer.

10. *Oxigène dégagé pendant la dissolution de la potasse dans l'eau.*

La potasse caustique laisse dégager un peu d'oxigène quand on la dissout. La soude ne produit pas le même effet; cela tient à un peu de deutoxide de potassium formé par la calcination.

11. *Nouveau composé de gaz muriatique et d'éther muriatique.*

Quand on agite l'acide muriatique avec du chlore, la température s'élève beaucoup, le chlore disparaît et il se produit une vapeur éthérée très piquante, qui paraît être un composé de gaz muriatique et d'éther.

12. *Il y a plus de deux combinaisons d'ammoniaque et d'acide carbonique.*

Le sous-carbonate d'ammoniaque exposé à l'air émet, comme on le sait, une odeur ammoniacale : après quelque temps cette odeur cesse, et le sel résidu est inodore et neutre, mais il est volatil et disparaît graduellement. Une portion de carbonate d'ammoniaque fut placée dans un flacon bouché; après plusieurs semaines elle n'avait pas diminué sensiblement de volume, mais deux espèces de cristaux s'étaient formées sur les parois du flacon qui étaient tournées vers le mur, des aiguilles et des octaèdres avec des sommets tronqués. Cela n'indique-t-il pas, dit M. J. Davy, deux combinaisons distinctes ?

13. *Moyen de distinguer le musc pur de celui qui est falsifié.*

Le musc du commerce, mêlé avec de la chaux, donne une forte odeur d'ammoniaque; pour déterminer si cette odeur provenait de la formation de l'ammoniaque par une lente décomposition du musc ou de sa falsification par quelques sels d'ammoniaque, le musc fut lavé avec de l'acide muriatique étendu, et ensuite avec de l'eau; il fut bien séché et renfermé dans des flacons exactement fermés, dans l'un desquels on ajouta quelques gouttes d'eau. Après plusieurs mois, le musc parfaitement sec a été trouvé sans altération et presque sans odeur; celui qui était légèrement humecté était couvert d'une espèce de moisissure, et donnait une forte odeur de musc, mais non d'ammoniaque dont on ne put découvrir la présence en le mêlant avec de la chaux; d'où l'on peut conclure que quand le musc donne une odeur d'ammoniaque avec la chaux, il est falsifié; que pour le bien conserver il doit être parfaitement sec; mais que pour lui donner son odeur il faut l'humecter.

14. *Formation d'un nouvel éther.*

L'alcool saturé de gaz sulfureux, et gardé plusieurs mois, puis agité avec la baryte, décanté et distillé, donne un liquide d'une odeur d'éther, d'une saveur particulière. G. de C.

89. Espèce des potasses du commerce; par M. Gay-Lussac (*Annales de Chimie et de Physiq.*; déc. 1828, p. 337).

L'essai des potasses du commerce a pour objet la détermination de la quantité réelle et utile d'alcali qu'elles renferment

On peut évaluer cette quantité en kilogrammes de potasse pure par quintal où en degrés alcalimétriques. M. Gay-Lussac donne les deux évaluations, mais il préfère la première, parce qu'elle est plus en harmonie avec l'usage général d'exprimer la masse des corps par leur poids.

On appelle en général *titre pondéral* d'un alcali le nombre de kilogrammes de matière utile que cet alcali renferme au quintal; pour le déterminer, l'auteur prend d'une part une certaine quantité d'acide qu'il divise en cent parties, et de l'autre une quantité d'alcali telle, que si elle était pure, elle saturât exactement les cent parties d'acide. Le nombre des parties d'acide employé pour la saturation d'un alcali impur en exprimera le *titre pondéral*. Descroisilles ayant introduit dans le commerce, pour acide d'épreuve, l'acide sulfurique affaibli par l'eau, renfermant cent grammes d'acide sulfurique concentré par litre, il a paru convenable de l'adopter. Cet acide est d'ailleurs celui qui marque le mieux sur le papier bleu de tournesol. M. Gay-Lussac prend donc 5 grammes d'acide sulfurique concentré, mêlés avec l'eau, de manière qu'ils occupent 100 demi-centimètres cubes ou un vingtième de litre : il prend 4 g. 807 de potasse, quantité qui saturerait exactement les 5 gram. d'acide sulfurique concentré, si la potasse était absolument pure. D'après cela, une potasse quelconque essayée sous le poids de 4 g. 807, renfermera au quintal métrique autant de kilogrammes de potasse pure, qu'elle saturera de centimètres d'acide, et ce nombre de kilogrammes exprimera son titre pondéral. — L'essai des potasses est donc très-facile, et il ne s'agit, pour l'exécuter, que d'employer des instrumens commodes et de bons procédés. Il se compose : 1° de la préparation de l'acide sulfurique d'épreuve ou normal, et de la mesure; 2° de la préparation de l'échantillon de potasse dont on veut connaître le titre; 3° de celle d'un réactif coloré pour reconnaître le terme de la saturation de l'alcali par l'acide; 4° et du procédé même de la saturation. Nous ne pouvons rapporter ici toutes ces opérations que M. Gay-Lussac décrit avec le plus grand soin, de manière à les faire bien comprendre des personnes peu habituées aux manipulations chimiques; elles seraient obscures si on les abrégeait. Voici le résumé des principales (1) : « Formez un échan-

(1) L'alcalimètre complet se trouve à Paris chez M. Collardeau, ancien élève de l'École polytechnique, rue de la Cérisaie, n° 3.

tillon moyen de la potasse à essayer, prenez-en 48 g. 07 jetez-les dans la cloche à pied, et versez de l'eau par-dessus, presque jusqu'au trait circulaire; agitez avec l'agitateur pour favoriser la dissolution de la potasse; retirez l'agitateur, ajoutez de l'eau pour completter le demi-litre et mêlez bien de nouveau. Quand la dissolution se sera éclaircie, prenez-en une pipette que vous ferez couler dans le bocal et colorez-la avec un peu de teinture de tournesol. La burette étant remplie d'acide, tenez-la d'une main et le bocal de l'autre, au-dessus d'une feuille de papier blanc; faites couler peu à peu le liquide dans la dissolution, en agitant continuellement le bocal, tant que l'effervescence se fait entendre; mais aussitôt qu'elle n'est plus bien sensible, ne versez l'acide que par deux ou trois gouttes, et après chaque addition, faites un trait sur une bande de papier bleu de tournesol avec une baguette de verre, trempée dans la dissolution. Continuez ainsi jusqu'à ce que la couleur du tournesol ait viré au rouge pelure d'oignon, et que vous ayez deux à trois traits rouges persistans sur le papier bleu de tournesol. Lisez sur la burette combien vous avez employé de centièmes d'acide, et de ce nombre retranchez autant de quarts de centième que vous avez de traits rouges bien persistans, plus un (1). (On suppose que le nombre de gouttes d'acide ajouté à chaque fois, forme un quart de centième.) Le restant de l'acide employé sera le titre de la potasse cherché.

Ce travail important pour le commerce est suivi de plusieurs essais de potasses que M. Gay-Lussac donne comme exemples de l'application de son procédé.

Titre alcalimètrique d'un alcali.

On entend par titre *alcalimètrique d'un alcali*, le nombre de centièmes d'un acide constant saturé par un égal poids de cet alcali. Dans le commerce on a adopté pour l'acide un quintal métrique d'acide sulfurique concentré, et on appelle degré de potasse ou de soude, la quantité de potasse ou de soude qui sature un kilogramme d'acide sulfurique concentré.

(1) La raison de cette soustraction est fondée sur ce qu'une quantité de sulfate de potasse, à peu près égale à celle qui se forme pendant la saturation d'une bonne potasse, retarde la réaction de l'acide libre sur le papier de tournesol; deux gouttes ne le rougissent point, et la réaction n'est sensible qu'à la troisième.

L'acide qu'on emploie pour la détermination du titre alcalimètrique est le même que le précédent; et voici le procédé que l'on doit suivre :

Pesez 50 grammes de potasse et faites une dissolution d'un demi-litre dans la cloche. Prenez-en une mesure d'un vingtième de litre; versez-la dans le bocal et saturez-la avec l'acide normal, en opérant exactement comme il a été prescrit pour déterminer le titre pondéral de la potasse. Soit 55 le nombre de centièmes d'acide normal employé pour la saturation; ce titre signifie, en prenant le quintal métrique pour unité, que 100 kilogrammes de potasse supposée impure, contiennent, en potasse pure, de quoi saturer 55 kilogrammes d'acide sulfurique concentré.

90. Nouveau Gaz combustible; par Th. Thomson. (*Edinb. Journal of Science ;* oct. 1818, p. 546).

On obtient ce gaz en mêlant $\frac{1}{2}$ once mesure d'acide nitrique du commerce, 1 $\frac{1}{2}$ d'acide muriatique et $\frac{1}{2}$ once d'esprit pyro-oxalique, et chauffant à la lampe à esprit de vin jusqu'à ce que la liqueur commence à faire effervescence et à se colorer en rouge; on retire alors la lampe et on plonge le tube dans la cuve à mercure ; le gaz sort par torrens pendant 5 à 6 minutes. De la quantité indiquée on peut obtenir au moins 200 pouces cubes de gaz.

Le gaz agit fortement sur le mercure par le chlore qu'il contient en mélange; voici ses propriétés.

Il est transparent et sans couleur, et présente les propriétés physique de l'air ; son odeur est excessivement piquante et désagréable, et agit fortement sur les yeux et sur les membranes du nez, excite les larmes et beaucoup de douleur aux yeux ; il brûle avec une flamme blanc bleuâtre vive ; l'eau l'absorbe rapidement : un volume d'eau en absorbe cinq de gaz, elle acquiert une odeur forte et une saveur piquante, elle ne rougit pas le tournesol.

Un volume d'huile de térébenthine absorbe 30 volumes de gaz; l'huile prend une couleur vert-clair et ressemble à l'huile de cajeput, mais elle conserve son odeur.

Le gaz n'est absorbé ni par les acides ni par les alcalis.

Mêlé avec l'air, il se forme des vapeurs rouges, et le mélange diminue. Le Doct. Thomson a essayé de déterminer la quantité

de deutoxide d'azote qui y est mélangée, en le mêlant avec de l'oxigène; la moyenne de plusieurs expériences a donné 0,63 ou un peu plus des $\frac{3}{5}$.

100 parties de gaz, après avoir été lavées avec une solution de proto-sulfate de fer, laissent 8 % d'azote et contiennent

Nouveau gaz inflammable	29.
Deutoxide d'azote......	63.
Gaz azote.............	08.
....	100.

Le nouveau gaz paraît composé de

1 $\frac{1}{3}$ Vapeur de carbone	condensés en un volume qui donne une densité de 3,9814.
1 $\frac{1}{3}$ Hydrogène	
1 $\frac{1}{3}$ Chlore	

La densité du gaz est de 1,945; sa densité calculée serait de 4,1757, qui est beaucoup plus considérable que celle du gaz chloroxi-carbonique qui est de 3,4722.

La densité observée est de 1 $\frac{1}{21}$ plus petite que la densité calculée; cela dépend de la quantité de deutoxide qui n'a pu être déterminée avec exactitude, et d'après cela le docteur Thomson est disposé à le regarder comme formé de

1 vol. vapeur de carbone.......	0,4166.
1 vol. hydrogène..............	0,0694.
1 $\frac{1}{2}$ chlore..................	3,7500.
	4,2361.

Ou en atômes de

1 atôme hydrogène.......	0,125.
1 — carbone..........	0,750.
1 $\frac{1}{2}$ chlore..............	6,750.
	7,625.

Le docteur Thomson a découvert ce gaz par suite des propriétés remarquables du composé de un atôme de carbone et un atôme d'hydrogène qu'il distingue par le nom *hydrogène carboné*, celui de *hydrogène carburé* ayant été employé sous une autre acception. L'hydrogène carboné forme diverses combinaisons gazeuzes ou des vapeurs qui diffèrent par la quantité de gaz hydrogène carboné qu'elles contiennent pour un volume.

Le gaz décrit dans cet article, abstraction faite du chlore, contient une proportion d'hydrogène carboné pour un volume, le gaz oléfiant en contient deux, les liquides oléagineux examinés par M. Faraday mais découverts par Dalton en ren-

ferment trois, l'éther sulfurique, abstraction faite de l'eau, quatre, et la vapeur de naphte six.

Le tableau suivant indique le poids atomique et la densité de ces composés.

	Poids de l'atôme	densité
Gaz hydrogène carboné simple.........	0,875	0,4861.
Gaz-oléfiante ou hydrogène deuto-carboné	1,75	0,9722.
Gaz de l'huile ou hydrogène trito-carboné	2,625	1,4583.
Vapeur d'éther ou hydrogène tetarto-carboné	3,5	1,9444.
Vapeur de naphthe ou hydrogène hexa-carboné	5,25	2,9166.

G. DE C.

91. SUR L'ANALYSE DU BORAX; par M. GAY-LUSSAC. (*Annal. de Physique et Chimie*; avril 1819, p. 398.)

M. Arfwedson a donné un procédé très-exact pour l'analyse du borax: M. Gay-Lussac en fait connaître un, extrêmement simple, que voici :

On dissout à chaud 15 grammes de borax dans 50 centimètres cubes d'eau que l'on colore par un peu de teinture de tournesol, et l'on sature par l'acide sulfurique titré, contenant par litre 100 grammes d'acide sulfurique concentré, en se servant de la burette employée pour faire les essais alcalimétriques. (Voyez plus haut). Les précautions suivantes sont nécessaires.

Quand la dissolution de borax est chaude, la quantité d'acide borique qu'elle retient rend moins sensibles les changemens de couleurs, il faut, après avoir ajouté à-peu-près les $\frac{5}{10}$ de l'acide, n'achever la saturation qu'après le refroidissement de la liqueur, et il est bon de comparer la couleur de la liqueur avec de la teinture de tournesol que l'on a colorée par une ou deux gouttes d'acide titré.

Comme le sulfate de soude et l'acide borique masquent un peu la réaction de l'acide sur le tournesol, M. Gay-Lussac a fait un mélange de ces corps et d'eau, à-peu-près dans les proportions que renfermait la dissolution, et a cherché combien il fallait de gouttes d'acide pour obtenir la couleur pelure d'oignon; trois gouttes équivalentes à une demi division de la burette ont suffi; par conséquent il faut retrancher cette quantité de celle qui a servi à la saturation du borax.

Avec 15 gr. de borax il faut 77, 2 divisions de la burette, et en retranchant une demi-division il reste 76, 7 ou demi cen-

timètres cubes pour saturer exactement la soude du borax. — Cette quantité=3 gr. 835 d'acide sulfurique concentré. M. Arfwedson a trouvé 38,855. G. de C.

92. Quelques observations sur le liquide que l'on obtient par la condensation du gaz sulfureux; par M. Aug. De La Rive. (*Annal. de chimie et de physique;* avril 1829, p. 401. — *Biblioth. Univers.;* mai 1829.)

Pour obtenir l'acide sulfureux bien sec, il faut faire passer le gaz dans une éprouvette entourée d'un mélange frigorifique, ensuite dans un tube rempli de chlorure de calcium, dans une 2ᵉ éprouvette refroidie et dans un 2ᵉ tube rempli de chlorure. Après 8 à 10 heures, on trouve dans l'éprouvette n° 1 des cristaux blancs d'acide sulfureux et d'eau, et dans les éprouvettes 2 et 3, de l'acide sulfureux liquide très-pur, qu'il faut renfermer dans un flacon bouchant bien, que l'on conserve dans un mélange frigorifique; sans cela, le liquide s'évapore ou fait fendre le flacon.

Les cristaux d'acide hydraté sont d'un beau blanc, d'une saveur acide, fraîche et agréable; ils sont en lames minces, et paraissent avoir la même structure que les cristaux de chlore hydraté; ils restent solides à 4 ou 5 degrés centigrades au-dessus de zéro; déjà ils abandonnent une partie de leur gaz, et à une température plus élevée, ils en perdent beaucoup plus et se résolvent en eau. La quantité de gaz sulfureux est de $\frac{1}{5}$ environ du poids total.

Outre les propriétés déjà connues de gaz sulfureux liquéfié, M. De la Rive a observé les suivantes : en versant dans un verre de montre un peu d'eau et par-dessus de l'acide sulfureux, l'eau se congèle et il reste une masse solide comme de la neige d'acide hydraté. Une goutte de mercure comme une noisette placée dans un verre de montre, et sur laquelle on verse de l'acide sulfureux, se congèle immédiatement sous le vide.

Pour examiner l'influence de la congélation du mercure sur la conductibilité, deux globules semblables ont été placés entre 2 pointes de platine, et, au moyen du galvanomètre, on s'est assuré qu'ils avaient la même conductibilité; un des globules a été gelé par l'acide sulfureux, et est devenu beaucoup meilleur conducteur que l'autre.

Les acides étant bons conducteurs de l'électricité, pour constater si cet effet était dû à l'eau qu'ils contiennent, M. De la Rive a fait passer dans de l'acide sulfureux liquéfié l'électricité de 40 paires de plaques fortement chargées, au moyen de deux fils de platine très-rapprochés. Le galvanomètre très-sensible qu'il employait n'a pas éprouvé le plus léger changement, et il n'y a pas eu de décomposition. Ce qui est remarquable, c'est que l'eau, qui est à peine conducteur quand elle est pure, rend cet acide conducteur. Le soufre et l'hydrogène se rendent au pôle positif, et l'oxigène au pôle négatif.

Le pouvoir réfringent de l'acide sulfureux liquéfié est un peu plus grand que celui de l'eau, et cependant en le calculant d'après le pouvoir réfringent du gaz sulfureux, d'après M. Dulong, on trouverait 0,661, l'air étant 0,784.

En calculant d'après les mêmes principes le pouvoir réfringent de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré liquéfié, on trouve 0,75 et 0,767, quoique M. Faraday dise que ces deux corps ont un pouvoir réfringent beaucoup plus fort que celui de l'eau.

Voici les données du calcul : pouvoir réfringent du gaz sulfureux, 0,001331 ; densité, 2,247 ; *id.* du liquide, 1,45.—Pour l'hydrogène sulfuré, pouvoir réfringent, 0,001288 ; densité de gaz, 0,78 ; du liquide, 0,9. — Pour l'ammoniaque, pouvoir réfringent du gaz, 0,000771 ; densité du gaz, 0,591 ; du liquide, 0,76. G. DE C.

93. SUR LE SODIUM ; par M. SERULLAS. (*Annal. de chimie et physiq.*; mars 1829, p. 327.)

Le potassium placé sur le mercure reste d'abord immobile, et, en s'amalgamant, prend un mouvement gyratoire qui devient très-rapide, et qui dépend de la décomposition de l'eau atmosphérique.

Si l'on jette rapidement sur le mercure un morceau de *sodium*, il est lancé avec violence hors du bain, et produit une petite explosion avec dégagement de chaleur et de lumière.

Le sodium se distingue aussi du potassium, en ce qu'il ne donne pas de flamme sur l'eau, ce qui est dû à la plus grande chaleur que le potassium développe au contact de l'eau ; on peut cependant produire le même effet avec le sodium, en le jetant sur un mélange peu épais de gomme arabique. G. DE C.

94. Sur un procédé pour rendre le platine malléable; par W. H. Wollaston. (*Transact. of the roy. Soc.*; part. 1re, 1829, pag. 1.)

Tout le monde connaît le procédé pour dissoudre le platine par l'eau régale et le précipiter par le sel ammoniac; mais M. Wollaston doute que l'on connaisse bien le moyen de séparer tout l'iridium; il a indiqué ce procédé dans son mémoire sur le rhodium (*Philos. Trans.*, 1824), mais il avait omis d'indiquer le degré de force de l'acide à employer: il faut employer l'acide muriatique le plus fort possible, et y ajouter un volume égal d'eau et se servir d'acide nitrique que l'on appelle ordinairement eau forte simple. Pour 100 de platine cru, on emploie la quantité d'acide muriatique équivalente à 150 de marbre et d'acide nitrique, l'équivalent de 40. Mais pour que la liqueur ne soit pas acide, et la solution plus pure, il faut se servir de 20 o/o de mine de plus. On fait digérer les acides deux ou trois jours sur la mine, à une chaleur qui s'élève successivement; on décante la liqueur, et on la laisse reposer pour faire précipiter une portion très-divisée d'iridium; puis on les mêle avec 41 parties de sel ammoniac dissoutes dans environ 5 fois leur poids d'eau. Le premier précipité obtenu pèse environ 765 parties et donne à peu près 66 de platine.

On précipite l'eau-mère, qui contient environ 11 de platine, avec des métaux étrangers, par des lames de fer, et l'on redissout le précipité dans l'eau régale composée comme la première; mais avant d'ajouter le sel ammoniac, on ajoute environ une partie en mesure d'acide muriatique concentré à la liqueur, pour empêcher la précipitation du palladium ou du plomb avec le sel de platine.

On lave le précipité jaune, on le presse et on le calcine à une température assez peu élevée pour chasser seulement tout le sel ammoniac: c'est de là que dépend la ductilité du platine.

Le platine doit être en masse poreuse légèrement cohérente. On le frotte entre les mains pour le réduire en une poudre qui doit passer dans un tamis de soie. La partie grossière est pilée dans un mortier de bois avec un pilon semblable; mais il ne faut employer aucune substance métallique pour ne pas brunir

les parties du platine. On le lave par décantation par l'eau. Ce qui prouve l'importance de ne pas brunir les parties du platine, c'est que si on coupe un fil dans une direction oblique, qu'on le chauffe au rouge, et qu'on le batte sur une enclume, en mettant en contact les deux surfaces séparées, elles se soudent solidement; mais si les surfaces ont été brunies avec un corps dur, la soudure ne s'opère qu'avec la plus grande difficulté.

Quand la poudre de platine a été trop chauffée ou a été polie par le pilon, M. W. n'a pu lui donner la propriété de se souder en la plongeant dans une solution de sel ammoniac dans l'acide nitrique.

M. W. employait un moule en bronze de 6 $\frac{3}{4}$ p. de long, un peu conique, pour faciliter la sortie du lingot, et ayant 1,12 pouce de diamètre en haut et 1,23 à $\frac{1}{4}$ de pouce du fond, et fermé dans la partie la plus large avec un bouchon d'acier qui entre à la profondeur de $\frac{1}{4}$ de pouce. Le moule étant enduit de graisse, et le bouchon mis en place, en l'enveloppant de papier non collé, qui facilite l'extraction du bouchon et empêche l'eau de sortir pendant la compression, on place le moule droit dans un vase d'eau et on l'en remplit lui-même; puis on le remplit ensuite complètement de platine qui, par ce moyen, ne laisse aucune cavité; et pour s'assurer s'il n'en existe pas, on pèse le moule après l'avoir rempli, et l'on compare son poids avec celui du platine et de l'eau qu'il peut contenir. On place dessous le platine un morceau de papier mou et par-dessus un morceau d'étoffe de laine, puis une plaque de cuivre, et la matière est assez solide pour que l'on puisse placer le moule horizontalement dans la presse qui est formée d'un levier à brisure qui agit sur le moule pour produire une grande pression. Quand elle a été poussée à sa dernière limite, on retire aisément la masse de platine en ôtant le bouchon d'acier; on la chauffe pour enlever l'humidité et la graisse et lui donner plus de cohésion; puis on la porte dans un fourneau à vent en la plaçant sur un support de terre recouvert de sable quartzeux, à 2 pouces et demi au-dessus de la grille; on la recouvre avec un pot cylindrique renversé de la terre la plus réfractaire possible, reposant sur le sable, et en ayant soin que le pot ne touche pas la masse de platine.

Pour éviter les ampoules que la chaleur produit ordinaire-

ment, il faut que le platine soit porté à la plus haute température que puisse donner le fourneau, et plus elle sera intense, plus le platine sera pur; on chauffe avec de bon coke, et on donne 4 à 5 minutes d'un rouge très-vif. On bat alors le culot sur une enclume. S'il se fait une fissure, il ne faut pas battre du côté où elle s'est prononcée, mais souffler avec attention sur les deux extrémités pour déterminer une cassure droite. Après le forgeage, il faut nettoyer la surface des écailles de fer qu'elle pourrait contenir, en la frottant avec un mélange à parties égales, en mesures, de borax et de potasse du commerce humecté, qui, quand il est en fusion, est un excellent dissolvant, et exposant alors le lingot sur une feuille de platine placée sur un creuset renversé, à la chaleur du fourneau à vent. On le plonge alors de suite dans de l'acide sulfurique étendu qui, en quelques heures, dissout le flux. Le lingot peut alors être laminé, tréfilé ou soumis à tout autre traitement.

En comparant la densité et la malléabilité de ce platine avec du platine préparé par fusion; et sa ténacité avec d'autres métaux qui possèdent cette propriété à un haut degré, on jugera facilement de la bonté du procédé.

La densité d'un fil de platine obtenu d'un bouton fondu par le D[r] Clarke, au chalumeau d'oxigène et d'hydrogène, s'est trouvée de 21,16; celle du platine introduit dans le moule de 4,3 environ; après la pression, de 10; après l'action du feu, sans avoir été forgé, 17 à 17,7; et après le forgeage, 21,25; et quelques morceaux, 21,4; et un fil, 21,5.

Des fils de 1/3000 et 1/3850 de pouce de diamètre, ramenés à 1/20 de pouce, supportent 409 livres. Sur 11 fils, on a obtenu pour maximum 645, et pour minimum 480, moyenne 589.

Pour obtenir le palladium malléable, on combine avec le soufre le résidu de la calcination du prussiate; et chaque culot, après avoir été fondu, doit être purifié par la coupellation, dans un creuset ouvert, avec un peu de borax et un peu de nitre; on grille le sulfure sur une brique à une température rouge peu intense; et on le presse, quand il est pâteux, pour lui donner une forme carrée ou oblongue, et on continue le grillage lentement à la même température, jusqu'à ce qu'il devienne spongieux à la surface. Après le refroidissement, on le bat avec un petit marteau, et on recuit alternativement; il est cassant à chaud. Le palladium fondu se traite plus difficilement.

Pour obtenir l'oxide d'osmium à l'état de pureté, solide et cristallisé, M. W. mêle ensemble 3 de mine d'osurium et 1 de nitre, qu'il projette dans un creuset chaud. On chauffe au rouge vif jusqu'à ce que la matière soit pâteuse et qu'il s'en dégage des vapeurs d'oxide d'osmium ; on dissout alors les matières solubles dans la moindre quantité possible d'eau, et on mêle la liqueur dans une cornue avec la quantité d'acide sulfurique étendu nécessaire pour saturer la potasse. En distillant rapidement, l'oxide se rassemble sous forme d'une croûte blanche sur les parois, et, en le fondant, il se rassemble en goutte au fond de la liqueur. Quand elle est refroidie, on trouve l'oxide cristallisé. G. de C.

95. Note sur la purification de l'oxide de manganèse ; par M. Lassaigne. (*Annales de chimie et physique* ; mars 1829, p. 329.)

Ce procédé est fondé sur l'emploi de l'acide oxalique. M. Lassaigne annonce qu'il ne savait pas que MM. Laugier et Feneulle l'eussent déjà employé.

Le peroxide de manganèse, purifié du carbonate de chaux par l'acide hydrochlorique, est bouilli avec 4-5 fois son poids d'acide sulfurique concentré. On évapore à siccité la masse qui en résulte ; on la fait bouillir avec 8 à 10 fois son poids d'eau ; on fait passer un courant d'acide hydrosulfurique dans la liqueur acidifiée, si elle ne l'était pas suffisamment ; le cuivre est précipité, et la liqueur, après avoir été bouillie, est précipitée par le carbonate de soude. Le précipité bien lavé par décantation est traité à chaud par l'acide oxalique ; il se précipite de l'oxalate de manganèse en poudre blanche fine, qu'on lave avec soin. Calciné en vase clos, il donne de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone, et laisse un oxide gris un peu verdâtre, qui se dissout dans l'acide hydrochlorique sans dégagement de gaz. G. de C.

96. Sur la liqueur fumante de Boyle ; par M. Gay-Lussac. (*Ibid.* ; p. 302.)

M. Thénard admet que dans la préparation de la liqueur de de Boyle, il ne se dégage pas d'azote, qu'il se forme du chlorure de calcium et de l'hyposulfite de chaux, et que l'acide hydro-

sulfurique est formé par l'hydrogène de l'acide hydrochlorique du sel ammoniac, et M. Vauquelin n'a pu obtenir cette liqueur avec le sulfate, ou un autre sel d'ammoniaque. Pour vérifier l'exactitude de ces opinions, M. Gay-Lussac a employé de la chaux anhydre; il ne s'est pas dégagé d'azote, mais de l'ammoniaque pur et de l'hydrosulfate en cristaux blancs, qui se sont fondus dans la liqueur. Le résidu contenait du sulfate de chaux et du sulfure de calcium, mais pas de traces de sulfite et d'hyposulfite, qui ne peuvent exister à la température où l'on opère.

En se servant de sulfate ou de phosphate d'ammoniaque, on obtient la liqueur de Boyle sans dégagement d'azote, et alors l'hydrogène provient de l'eau. Pour obtenir une preuve plus positive, M. G. a mis du sulfure de calcium avec du soufre et de l'eau, et par la chaleur il s'est dégagé beaucoup d'acide hydrosulfurique. On obtient le même résultat avec le sulfure de barium humecté, sans mélange de soufre, parce que ce sulfure contient 3 proportions de soufre.

De ces observations il résulte que, dans la préparation de la liqueur de Boyle, une partie de l'acide hydrosulfurique est sans doute produite par l'hydrogène de l'acide hydrochlorique du sel ammoniac; mais que l'eau formée d'abord par la combinaison du dernier acide avec la chaux à une basse température, peut ensuite réagir sur le mélange de soufre et de sulfure de calcium, et produire du sulfate de chaux et de l'acide hydrosulfurique, et il est prouvé aussi que l'on peut préparer la liqueur de Boyle avec les sels d'ammoniaque, pourvu qu'ils contiennent de l'eau ou que l'on en ajoute. G. de C.

97. Réflexions sur le procédé proposé par M. James Smittson *pour découvrir de très-petites quantités de* sublimé corrosif *ou du* sel mercuriel ; par M. Orfila. (*Ibid.;* mai 1829, p. 91 ; et *Journ. de Chimie médicale;* n° 6, 1829.)

Pour découvrir des traces de sels mercuriels dans une dissolution, M. Smittson avait proposé d'y plonger une espèce de petite pile formée d'une lame ou d'un anneau d'or recouvert en spirale d'une feuille d'étain, et ajoutant quelques gouttes d'acide hydrochlorique; après quelques minutes, ou plusieurs heures, suivant la quantité de mercure, ce métal se porte sur l'or

qu'il blanchit, et en chauffant la lame d'or, le mercure se volatilise et l'or reprend sa couleur.

Cet appareil peut induire en erreur comme le prouve le fait suivant. Un sirop où l'on pouvait soupçonner la présence du mercure, quoiqu'aucun réactif ne l'indiquât, fut soumis à l'action de la petite pile et l'or *blanchit*, la couleur disparut par la chaleur : et du sirop préparé avec soin et qui ne contenait pas de mercure, donna lieu aux mêmes phénomènes. On pouvait expliquer le fait en supposant qu'il se formait de l'hydrochlorate d'étain qui était décomposé par la pile, et que la petite quantité d'étain déposé sur l'or y pénétrait par l'action de la chaleur. Pour vérifier l'exactitude de ces idées les expériences suivantes furent faites.

La petite pile fut introduite dans quatre onces d'eau contenant 15 gouttes d'acide hydrochlorique; après 24 heures la lame d'or était blanchie sur plusieurs points, par la chaleur elle reprit sa couleur.

On plongea séparément dans une liqueur semblable une lame d'or et une d'étain séparées, après 24 heures l'or n'avait pas blanchi.

Dans une demi-once d'eau contenant 12 gouttes d'une solution saturée de sel, l'or fut taché en blanc, mais moins que dans l'acide. Ces taches touchées par de l'eau régale, l'or reprit sa couleur et la liqueur donna par l'ammoniaque quelques flocons blancs.

Une lame d'or et une d'étain plongées séparément à 2 pouces de distance dans 4 onces d'eau contenant 4 gouttes d'une dissolution saturée de sublimé corrosif, après 24 heures la lame d'or paraissait blanchie, mais, retirée du liquide et lavée, il s'en séparait du proto-chlorure de mercure.

En traitant comparativement par une goutte d'eau régale une tache produite sur l'or par le mercure et l'autre par l'étain, l'or reprit sa couleur, sans que l'on pût découvrir s'il s'était formé un sel mercuriel. Par l'acide hydrochlorique les taches d'étain disparurent et celles de mercure restèrent.

M. Orfila conclut avec raison de ces expériences que l'on ne peut affirmer l'existence du mercure que quand on l'a recueilli.

C'est en traitant le sirop du D[r] St.-Gervais que l'observation qui fait le sujet de cette note a été faite; mais M. Orfila, au lieu

de dire que ce sirop avait été soumis à son examen, aurait dû dire qu'il l'avait été à une expertise dont il faisait partie avec MM. Pelletier, Chevallier et Barruel, et d'autant plus que l'essai a été fait contre son opinion et sur la demande de l'inculpé.

G. DE C.

98. OBSERVATIONS SUR L'EXISTENCE DU CHLORE dans le peroxide de manganèse natif, etc.; par Robert KANE. (*Quarterly journal of sciences;* oct.-déc. 1828, p. 286.)

M. Mac' Cullen ayant annoncé l'existence du chlore dans l'oxide de manganèse natif, M. Kane, pensant que l'acide sulfurique qu'avait employé M. Mac' Cullen contenait de l'acide hydrochlorique, reconnut, en saturant divers échantillons de cet acide par le carbonate de potasse pur et précipitant par le nitrate d'argent, que tous les acides sulfuriques du commerce en contenaient 0,03 à 0,14, et l'acide de la fabrique de M. Mac' Cullen était dans ce dernier cas.

M. M. C. avait avancé que de l'azote était absorbé dans la formation du caméléon et formait du nitrate de manganèse. M. Kane calcina dans un tube rempli d'azote et effilé pour recueillir le gaz sur le mercure, de l'oxide de manganèse avec de la potasse; au lieu d'une absorption, il remarqua un dégagement de gaz, et ce gaz était de l'oxigène. G. DE C.

99. RECTIFICATION PAR RAPPORT A L'ANALYSE FAITE PAR M. OSANN DU PLATINE DE L'OURAL. (*Poggendorff's Annalen der Phys. und Chemie;* Tom. XV, p. 158; 1829, n° 1.)

Nous avons fait part à nos lecteurs des travaux de M. Osann sur le platine de l'Oural (voy. le *Bull.*, Tom. X, n°s 42 et 187), et nous avons parlé d'un nouveau métal, du *plurane*, que ce chimiste croyait avoir découvert. Or il résulte d'une note, que M. Osann vient de faire insérer dans les Annales de M. Poggendorff, que la partie du minerai de platine qui est insoluble dans l'eau régale n'est qu'un composé d'acide titanique, de zircone et d'un peu de silice. M. Osann a été porté à reprendre son analyse d'après une invitation particulière de M. Berzélius.

100. SUR LE POIDS ATOMISTIQUE DU TITANE; par M. H. ROSE. (*Ibid.;* p. 145.)

Lorsque M. Rose avait, pour la première fois, déterminé le poids atomistique du titane d'après la composition du sulfure de ce métal, il ne connaissait encore aucun moyen de s'assurer si le sulfure employé était libre de tout mélange d'acide titanique. L'éclat métallique de la combinaison ne pourrait nullement en indiquer la pureté, puisque, plus tard, M. Rose lui-même s'est convaincu que le sulfure pouvait conserver son état en contenant une grande quantité d'acide titanique. En effet, il exposa à un courant de gaz chlore desséché du sulfure de titane altéré par la présence de l'acide titanique; il se forma une combinaison jaune, très-volatile, de chlorure de soufre et de chlorure de titane; cette combinaison était liquide à une chaleur modérée, mais, par l'action du froid, elle se condensait en une masse solide et il se séparait de l'acide titanique. Comme dans cette expérience l'on avait empêché l'accès de l'air atmosphérique, cet acide ne pouvait pas s'être formé, mais doit nécessairement déjà avoir existé d'avance dans le sulfure. Après cela, M. Rose mit avec précaution le chlorure obtenu dans de l'eau; le vase qui contenait cette eau était rempli de gaz chlore. Le chlorure fut dissous, et il se déposa du soufre. En pesant le sulfure de titane employé pour l'expérience, puis l'acide titanique qui s'était déposé, ainsi que le soufre obtenu et l'acide sulfurique qui s'était formé et qui avait été précipité par une dissolution de chlorure de baryum, l'auteur put déterminer la quantité de soufre contenu dans le sulfure de titane.

Quoique ces expériences aient été plusieurs fois répétées, M. Rose n'obtint cependant pas des résultats assez concordans pour pouvoir en déduire avec certitude le poids atomistique du titane. Il eut ensuite recours au chlorure du même métal; il en fit plusieurs analyses, et parvint à des résultats qui s'accordaient si bien ensemble qu'ils purent être pris pour base de la détermination du poids atomistique.

Ce chlorure fut obtenu en traitant un mélange d'acide titanique et de charbon par le gaz chlore, et par des rectifications soignées il fut dépouillé de tout chlore mélangé ou dissous. Ces rectifications furent faites en partie sur le mercure et en partie sur le potassium, par lequel le chlorure de titane n'est pas décomposé à la température à laquelle il se volatilise. L'auteur n'a employé pour son analyse que du chlorure qui avait passé par 4

ou 5 distillations successives; alors il était parfaitement clair, et par la décomposition au moyen de l'eau, l'on ne put point y découvrir de chlore libre.

Une quantité pesée de ce chlorure de titane fut décomposée par l'eau, et dans la dissolution l'on détermina la quantité d'acide hydrochlorique et d'acide titanique. A cause de la grande volatilité du chlorure de titane, l'on procéda de la manière suivante à la détermination de son poids : l'on souffla avec du verre assez mince une petite boule, dont le col était long et terminé par une pointe très-fine; après qu'on en eût pris le poids, on la remplit de chlorure en la chauffant et en plongeant son col dans le liquide. Le chlorure de titane put être très-bien pesé de cette manière, parce que la pointe de la boule de verre était si fine qu'aucune évaporation n'était possible par cet endroit. La boule, ainsi remplie, fut mise dans un flacon avec de l'eau, et le flacon fut hermétiquement fermé; puis on secoua de manière à faire casser la boule de verre dans l'intérieur du vase et à produire de cette manière le mélange de l'eau avec le chlorure de titane. La réaction fut très-vive, et, comme il se dégagea beaucoup de chaleur, la dissolution prit une légère teinte laiteuse. Ceci n'a pas lieu lorsqu'on expose, dans un appareil particulier, du chlorure de titane à une atmosphère humide, de laquelle il n'attire l'eau que peu à peu; il se forme alors une dissolution claire, parce qu'il n'y a point là de production de chaleur. Après un certain temps, la dissolution fut étendue d'eau, et l'acide titanique fut précipité au moyen de l'ammoniaque, que l'on évita cependant d'employer en grand excès. Avant de filtrer l'acide titanique, on exposa le tout à une douce température, jusqu'à ce que tout l'ammoniaque libre fût dégagé. Le liquide, séparé de l'acide titanique par la filtration, fut d'abord traité par un peu d'acide nitrique, ensuite par une dissolution de nitrate d'argent; on détermina après cela la quantité de chlorure d'argent obtenu.

Cette méthode de faire l'analyse est préférable à celle qui consiste à précipiter d'abord l'acide hydrochlorique par l'oxide d'argent, et ensuite l'acide titanique, même dans le cas où la dissolution de chlorure de titane serait tout-à-fait claire, car il pourrait fort bien se faire qu'avec le chlorure d'argent il se précipitât aussi du titanate du même métal.

Voici les résultats de 5 expériences :

Expériences.	Quantités de chlorure de titane employées.	Acide titanique obtenu.	Chlorure d'argent obtenu.
1re.......	0,885 grm.	0,379 grm.	2,661 grm.
2e........	2,6365	1,120	7,954
3e........	1,7157	0,732	5,172
4e........	3,0455	1,322	9,198
5e........	2,4403	1,056	7,372

D'après cela, la proportion de chlore contenu dans 100 p. de chlorure de titane est :

74,18 ; 74,43 ; 74,37 ; 74,51 ; 74,53.

En n'ayant pas égard au résultat de la 1re expérience, parce qu'il y a été employé une trop petite quantité de chlorure de titane, et ne prenant la moyenne que des 4 dernières expériences, on obtient pour la composition du chlorure de titane :

Chlore	74,46
Titane	25,54
	100,00.

Or, comme 74,46 de chlore correspondent à 16,82 d'oxigène, il s'ensuit que l'acide titanique contient 39,71 d'oxigène. L'on a conséquemment 303,686 pour le poids atomistique du titane. Les résultats obtenus par M. Dumas ne sont pas tout-à-fait les mêmes; d'après les recherches de ce chimiste, le chlorure de titane serait composé de

Chlore	71,461
Titane	28,539.

Et l'acide titanique de

Oxigène	36,130
Titane	63,870.

Il résulterait de là que le poids atomistique du titane serait 353,554. K.

101. Note relative a l'action des champignons sur l'air et l'eau; par M. F. Marcet. (*Annal. de Chimie et de Physiq.*; mars 1829, p. 318.)

MM. de Humboldt et De Candolle ont imprimé que les cham-

pignons exposés sous l'eau au soleil dégagent du gaz hydrogène. Pour le vérifier, M. Marcet a fait les expériences suivantes.

Un agaric qui venait de sortir de terre a été placé sous une cloche qui a été bien lutée pour empêcher toute communication avec l'air. En trois jours, il avait quadruplé de volume; l'air analysé ne contenait pas d'hydrogène et renfermait seulement des traces d'acide carbonique. L'expérience répétée a toujours donné le même résultat.

Des champignons placés sous l'eau dégagent aussitôt des bulles d'air. On a expérimenté aux rayons directs du soleil, dans l'obscurité parfaite, alternativement au soleil et dans l'obscurité pendant des temps donnés.

1° Au soleil. Après quelques heures, il se développait un gaz composé d'hydrogène et d'azote et quelquefois de 2 à 3 % d'air atmosphérique. La quantité de gaz dépendait de l'espèce de champignon.

Trois champignons d'*Agaricus leucocéphalus* ont donné, en 6 heures, 2 pouces cubes de gaz contenant 42 hydrogène, 56 azote et le reste d'air.

3 pieds de *Sphœria digitata* ont fourni en dix heures 65 d'hydrogène et 33 d'azote.

2 champignons *Agaricus ericeus* ont produit en 10 heures 1 pouce $\frac{3}{4}$ de gaz contenant 55 d'hydrogène et 44 d'azote.

Plusieurs champignons *Agaricus diliquescens*, en 6 à 8 heures, ont dégagé 2 pouces cubes de gaz renfermant 70 % d'azote.

2° Dans l'obscurité. Ordinairement, pendant 24 à 26 heures, il ne se produisait pas de dégagement de gaz; un peu plus tard, il s'en produisait un peu, contenant moins d'hydrogène et plus d'azote que dans l'exposition au soleil.

2 pieds d'*Agaricus contortus* n'ont dégagé qu'après 60 heures 2 pouces cubes de gaz, tandis qu'au soleil ils le donnaient en 6 heures. Le *Sphœria digitata* produit les mêmes résultats.

Plusieurs Champignons *Agaricus physalloïdes* n'ont dégagé, en 48 heures, qu'une seule bulle de gaz; ils étaient frais et sans apparence de pourriture. En 2 heures au soleil, ils ont dégagé 2 pouces cubes de gaz contenant 57 d'hydrogène et 43 d'azote. Le même effet s'est présenté avec le *Boletus aurantiacus*, l'*Agaricus campestris* et d'autres.

Le dégagement d'hydrogène est dû à une végétation dans

laquelle l'oxigène de l'eau est absorbé, ou à un commencement de putréfaction : M. Marcet pense que la première opinion est appuyée par les raisons suivantes.

Les Champignons étaient toujours parfaitement frais, et l'expérience cessait aussitôt qu'il se manifestait quelqu'indice de putréfaction. Quelques champignons très-coriaces qui ne se putréfient que très-lentement, comme le *Sphæria digitata*, donnent long-temps du gaz et en grande quantité ; et d'autres, qui se décomposent facilement, en dégagent souvent très-peu. Le gaz se dégage plus vîte au soleil que dans l'obscurité, et l'on n'a jamais regardé la lumière comme facilitant la putréfaction. Enfin, la présence de l'azote serait facilement expliquée par la décomposition de l'air de l'eau ou de celui qui est renfermé dans les pores du végétal. G. DE C.

102. RECHERCHES SUR L'ACIDE ASPARTIQUE; par M. PLISSON. (*Annal. de Chim. et de Phys.;* mars 1829, p. 309.)

L'acide *aspartique* (asparagine) cristallisé par l'eau est blanc, en poudre brillante, qui paraît au microscope formée de longs prismes à 4 pans, à sommets dièdres, parfaitement transparens et sans couleur ; il est inodore, un peu acide, et laisse un arrière goût d'aspartate, et rougit bien le tournesol ; l'eau en dissout 1/128 à 8° 5. Il est plus soluble à chaud ; il est insoluble dans l'alcool. Sa densité est de 1, 873 à 8° 5.

Chauffé, il donne de l'ammoniaque, de l'acide prussique, etc. L'acide sulfurique concentré le dissout à froid, et le décompose à chaud, en donnant du gaz sulfureux. 12 parties d'acide nitrique ne le décomposent pas.

Dissous dans l'eau, il ne précipite pas les muriates de baryte et de chaux, les sulfates de magnésie, de manganèse et de zinc, les sels de fer, les acétates de plomb, le sulfate de cuivre, le sublimé corrosif, le nitrate d'argent et l'émétique. Il trouble l'eau de savon et décompose les carbonates. Bouilli avec de l'amidon, il est 20 heures à l'empêcher de bleuir par l'iode ; un peu après, la liqueur mêlée à de la levure donne de l'acide carbonique et une odeur vineuse. L'acide bouilli le même temps avec l'amidon ne produit pas la même action. L'acide quinique agit de la même manière.

Les aspartates se décomposent au feu ; quand la base est un

alcali, il se forme de l'ammoniaque, de l'acide hydrocyanique et un cyanure.

Les aspartates solubles ont une saveur de jus de viande. Ceux à bases d'oxides métalliques sont stiptiques, et ceux d'alcalis végétaux, amers.

Les aspartates solubles se préparent avec l'aspartate de baryte et un sulfate soluble; les autres directement ou par double décomposition.

Aspartate de potasse. Incristallisable, déliquescent, d'une saveur de jus de viande sucrée; ne précipite pas les muriates de baryte, chaux, nickel, cobalt, quinine, cinchonine, morphine, le sublimé corrosif, l'émétique, ni le muriate d'or, le sulfate de cuivre, ni le permuriate de fer; avec le sulfate de cuivre, il donne une belle couleur bleue et un rouge intense avec le dernier.

Il précipite en blanc, soluble dans l'acide nitrique, les acétates de plomb, le protonitrate de mercure et le nitrate d'argent.

L'*aspartate de soude* cristallise facilement; celui de *baryte* donne une masse friable formée de petits cristaux blancs opaques.

L'*aspartate de chaux* donne une masse gommeuse; il devient alcalin en bouillant avec du carbonate de chaux. Il en est de même de l'aspartate de *magnésie*.

L'*aspartate de zinc* cristallise en petits points blancs opaques, n'est pas déliquescent; celui de *nickel* donne une masse verte fragile.

L'*aspartate de quinine* est très-soluble par l'évaporation. Une partie du sel forme au-dessus du liquide un ruban ondulé avec des échancrures; une autre partie forme au fond de la capsule un mat argenté.

L'*aspartate de cinchonine* cristallisée en aiguilles prismatiques; celui de *morphine* forme une masse gommeuse parsemée de cristaux.

100 d'acide aspartique saturent une quantité de base contenant 5, 9143 d'oxigène. L'aspartate de potasse, par exemple, contient :

1 atôme de potasse.........	589, 916
1 atôme d'acide.............	1690, 817

Il existe des aspartates *bi-basiques* : celui de *chaux* cristallise facilement ; il a la saveur des aspartates et ensuite beaucoup d'acreté ; il ne précipite pas les muriates d'or, de manganèse et de platine, ni le sulfate de cobalt ; change la couleur du sulfate de cuivre comme l'aspartate de potasse, et précipite le muriate de peroxide de fer, les acétates de plomb, l'émétique, le sublimé corrosif, le nitrate d'argent ; le précipité est soluble dans un excès de l'un des sels.

Le *sous-aspartate de magnésie* a une saveur âcre et l'apparence de la gomme.

Dans les sous-aspartates, 100 d'acide se combinent avec une quantité de base qui contient 5, 905 d'oxigène. G. DE C.

103. EXTRAIT D'UN MÉMOIRE SUR L'AMIDON ; par M. GUIBOURT. (*Journal de Chim. médic.;* Tom. V, p. 97, et *Annal. de Chim. et de Phys.;* févr. 1829, p. 183.)

M. Raspail avait fait connaître précédemment (Voy. le *Bullet.;* T. VI, 118-162-200) que l'amidon n'est point un corps homogène, et qu'il renferme une enveloppe lisse que les acides ni l'eau n'attaquent pas à la température ordinaire, et qui se colore avec l'iode et une matière soluble dans l'eau froide, qui perd par la chaleur la propriété de bleuir par l'iode, et possède les propriétés de la gomme ; enfin il regarde le principe qui se colore par l'iode comme volatil, et alors l'amidon ne se combine pas avec l'iode. M. Caventou avait combattu M. Raspail sur ce sujet (*Annal. de Chim. et de Phys.;* Tom. XXXI et XXXIII, et *Bulletin ;* T. VI, p. 163) : M. Guibourt s'est occupé de répéter les expériences de M. Raspail. Il a opéré comme lui sur la fécule de pomme de terre bien lavée et séchée à l'air, et il a observé que les grains présentent toutes sortes de formes, depuis les sphères jusqu'à un triangle arrondi ; qu'ils sont lisses, transparens sur-le-champ, et se colorent en gris sur les bords ; ils sont libres et séparés, et absolument insolubles dans l'eau.

Broyée sur un porphyre, la fécule perd sa blancheur et son éclat, et s'agglutine si l'air est humide ; mouillée avec de l'eau, elle donne une colle tenace qui devient dure en séchant ; battue dans un mortier, elle donne un mucilage comme la gomme adragante. La fécule entière ne se colore que lentement par

l'iode en bleu céleste; broyée, il se produit dans son contact avec l'eau d'iode des courans d'une grande vitesse, dus à l'émission de la matière soluble des grains; une partie disparaît, une autre forme gelée et disparaît aussi par une légère chaleur, et laisse distinguer l'enveloppe déchirée.

La solution aqueuse d'iode, mêlée avec la liqueur avant l'emploi de la chaleur, la colore en *bleu-ciel;* la matière gélatineuse prend une couleur *bleu foncé*, et même avant les tégumens, qui restent un instant incolores; bientôt après ils deviennent si bleus qu'ils paraissent *noirs* et *opaques*.

M. Guibourt en conclut que les deux substances dont la fécule est formée se colorent également par l'iode à l'intensité près; et comme, d'après lui, la fécule soluble en dissolution transparente étant bouillie pendant long-temps ne perd pas la propriété de bleuir par l'iode, sa coloration n'est pas due à un principe volatil; et ce qui le prouve, d'après lui, c'est que cette liqueur, évaporée jusqu'au point de donner des couennes et un liquide gommeux, se colore toujours par l'iode, même après une ébullition de 5 à 8 heures, et deux évaporations à siccité. Par ces évaporations, une partie de la matière soluble devient insoluble, et M. Guibourt en tire la conséquence que les deux substances dont la fécule se compose diffèrent plus par la *forme* que par la nature chimique.

L'amidon de *blé* est en globules sphériques; il est d'un blanc parfait et mat, et rend l'eau d'autant plus gélatineuse, que les grains sont plus petits et contiennent plus de tégumens et moins de matière soluble; et l'empois est une dissolution de la substance intérieure de l'amidon, qui tient en suspension les tégumens gonflés et *adhérens* qui lui donnent l'opacité qu'il présente. Il est en partie soluble dans l'eau, et quand on le fait bouillir, il ne peut plus reprendre sa consistance, parce que les tégumens se divisent.

Dans l'amidon du commerce, les gros grains ont été brisés par la meule ou la fermentation; la matière gélatineuse en est sortie et procure à l'amidon la dureté qu'il présente.

L'*arrow-root*, fécule du *Maranta indica*, présente des globules plus gros que ceux du blé; ils sont plus éclatans et entièrement transparens, et paraissent sphériques et quelquefois triangulaires; ils donnent à l'eau moins de consistance que l'amidon.

Les grains de *moussache* sont tous sphériques et d'une *égalité de volume remarquable ;* ceux de *tapioka* sont formés d'agglomérations sphériques de grains transparens qui ont été en partie crevés ou cuits par la chaleur. Ils ne sont pas entièrement solubles.

Le *sagou* est formé de grains comme ceux de la pomme de terre, et *tous entiers*, qui ne se dissolvent pas dans l'eau froide, à laquelle l'iode ne donne aucune couleur. Les tégumens sont absolument insolubles dans l'eau bouillante.

L'*amidine* de M. de Saussure est regardée par M. Raspail comme le tégument de l'amidon, et par M. Caventou comme de l'amidon modifié, M. Guibourt pense que c'est de l'amidon soluble.

On peut voir, par cet extrait, que la plupart des faits observés par M. Guibourt l'avaient été avec beaucoup de soin par M. Raspail, dont on peut, avec fruit, consulter les divers Mémoires sur ce sujet. G. de C.

104. Examen des recherches sur l'Amidon et l'Hordéine, de M. Guibourt; par M. Raspail. (*Annal. des Sciences d'observation ;* avril 1829, p. 90.)

M. Raspail rappelant les critiques qu'avaient éprouvées ses travaux sur l'amidon, et les recherches de M. Caventou, fait voir que la plupart des observations de M. Guibourt ont été faites depuis long-temps par lui; et combattant M. Guibourt dans ce qui est relatif à la solubilité des membranes dans l'eau, il attribue à la grande imperfection du microscope dont l'auteur s'est servi, l'inexactitude des résultats qu'il a obtenus. Il termine en se plaignant amèrement de l'injustice avec laquelle on a accueilli ses travaux et de l'oubli dans lequel on a cherché à les jeter. G. de C.

105. Examen chimique des recherches que M. Barruel vient de publier sur les moyens de distinguer le sang de divers animaux. (*Ibid. ;* p. 133.)

Dans notre dernier numéro, nous avons inséré des observations sur le travail de M. Barruel, M. Raspail en publie qui nous ont paru mériter d'être rapportées avec détail, à cause de l'importance du sujet.

M. Raspail rappelant d'abord les expériences qu'il a faites sur des substances qui présentaient avec les réactifs les mêmes caractères que le sang (*Bulletin*, IX, 73.), et qu'il avait opposées à un travail de M. Orfila sur les moyens de reconnaître ce liquide, fait remarquer que le sens de l'odorat est trop imparfait pour qu'on puisse y avoir une confiance entière; il voudrait que M. Barruel donnât d'abord les caractères qui peuvent faire reconnaître une tache de sang avant de donner les moyens de distinguer les sangs entre eux. M. Raspail avait déjà (*Mémoir. de la Société d'hist. nat. de Paris*, Tom. III.) signalé les odeurs dégagées par les acides des substances animales, et M. Barruel n'a pas prouvé l'acidité du principe aromatique du sang. En répétant les expériences, M. Raspail a souvent senti l'odeur d'acide sulfurique ou de chlore, et un papier imprégné de nitrate d'argent est devenu en quelques instans violet dans ces vapeurs.

M. Raspail fait remarquer que si un chimiste voulait reconnaître l'arsenic à son odeur alliacée seulement, on se serait récrié sur l'inexactitude du procédé, et qu'on ne peut se montrer plus confiant quand il est question de matières organiques. Que tous les individus ne sont pas également sensibles aux mêmes odeurs et le même individu dans diverses circonstances; il en conclut que le réactif est sujet à induire en erreur et que la substance essayée est aussi trompeuse que le réactif, parce qu'après un, deux ou un plus grand nombre de jours, l'odeur du sang n'est plus la même; le sang sec ne donne point les caractères assignés par M. Barruel, et soit que cela provienne du nez ou d'autres causes, M. Raspail n'a pu distinguer d'odeur bien appréciable avec du sang de mouton desséché pendant un jour, délayé dans l'eau et traité par un grand excès d'acide sulfurique. En essayant le sang frais, il a cru reconnaître l'odeur d'acide sulfurique, d'acide hydrochlorique, d'acide caséique et long-temps après celle du suint de mouton, parce qu'il avait présent à l'esprit le travail de M. Barruel. Quelquefois l'odeur du suint se montrait d'une manière plus prononcée; mais M. Raspail fait observer avec raison que des hommes réservés et non prévenus n'oseraient sans doute pas prononcer.

N'ayant observé le caractère indiqué que sur le sang d'une douzaine d'animaux, qui pourra, dit M. Raspail, certifier que

d'autres ne donneront pas une odeur analogue à celle du sang d'homme ou de femme. Ensuite, les essais ont été faits sur du sang pur, et dans les cas de médecine légale opérera-t-on toujours sur du sang pur? Un crachat pourrait être mêlé à du sang, et un crachat ou de la salive humaine mêlée avec du sang de mouton, donne tantôt une forte odeur de bouc, tantôt celle de fromage pourri, ou celle de certaines plaies. La salive seule ou mêlée avec du sang desséché, offre les mêmes caractères. Un linge porté une semaine sur la peau, a été plongée dans l'eau; cette eau mêlée à du sang de mouton a donné l'odeur de la sueur d'homme.

Le *Satyrium hircinum* donne une odeur de bouc; des fleurs sèches, conservées dans un herbier depuis 5 ans, macérées dans l'eau, ont donné à ce liquide la propriété de développer une odeur de bouc, et l'odeur n'a rien perdu de son intensité quand on a mêlé l'eau avec du sang de chat.

Du sang de mouton avec une parcelle d'excrémens humains à dégagé l'odeur de bouse de vache ou de cheval; de l'urine et du sang de mouton, l'odeur d'urine et celle de safran et d'iode; du gluten dépéché et du sang de mouton desséché, une odeur d'urine souvent indéterminable quoique nauséabonde.

Un linge qui a été porté par une femme et imprégné de sang de mouton ferait déclarer à un chimiste qui suivrait les principes de M. Barruel, que le sang est du sang de femme, et de même du sang de femme qui serait tombé sur des taches d'urine, de salive; etc., ferait croire que le sang n'est pas celui de la femme.

Enfin, M. Barruel a donné pour moyen de reconnaître les taches jaunes, produites par la bile, l'acide nitrique ou l'iode, que les premières ne changent nullement par une dissolution de potasse, que celles d'iode disparaissent, et que celles d'acide nitrique prennent une couleur plus intense. M. R. observe avec raison que beaucoup de substances colorantes peuvent donner des caractères plus ou moins analogues. Ici se terminent les observations de M. Raspail.

Nous ajouterons une très-simple observation; ne peut-il pas arriver qu'un individu assassiné ait quelques plaies supurantes, qu'une femme ait ses menstrues ou les flueurs blanches, et que le linge s'en soit trouvé imprégné? quel caractère développe-

raient alors les taches de sang en les essayant par le procédé de M. Barruel?

Un fait récent vient de prouver (Voy. l'article 97 de ce vol.) combien il est dangereux, en médecine légale, de se fier à un seul caractère pour décider de la nature d'une substance. Nous répéterons donc ce que nous avons déjà dit: que le moyen de M. Barruel pourrait devenir extrêmement dangereux s'il était appliqué dans l'état où il se trouve; nous n'ajouterons qu'une seule réflexion en finissant: M. Barruel dit que le sang de femme développe une *odeur de sueur moins forte que celle d'homme; enfin, celle de sueur de femme.* — Que l'on compare l'odeur de la sueur d'une de nos dames de la Chaussée-d'Antin, habituée à une vie douce, et celui d'une villageoise ou d'une guenilleuse des rues de Paris, et je demande si elle sera parfaitement identique; et d'ailleurs, dans mille circonstance de sa vie, la femme n'offrira-t-elle pas une odeur particulière, et qui induirait facilement en erreur? G. de C.

106. Nouveau mode de préparation de l'acide cyanique; par M. Liebig. (*Ibid.;* Tom. XV, p. 158.)

« Dans le cours de mes travaux, dit l'auteur, relativement à l'action du chlore sur les substances organiques et les sels, j'ai observé plusieurs faits dignes de remarque: celui qui me paraît le plus important, c'est la production de l'acide cyanique de M. Sérullas au moyen de celui de M. Wœhler. En effet, on obtient l'acide cyanique du chimiste français en faisant passer du gaz chlore sur le cyanate d'argent de M. Wœhler. L'argent fulminant se comporte différemment dans les mêmes circonstances; mais je reviendrai plus tard sur ce sujet. »

107. Sur la théorie de la formation de l'éther chlorique; par M. Pfaff, à Kiel. (*Schweigger's Jahrb. der Chemie und Physik;* Tom. XXV, p. 204, n° 2, 1829.)

Il résulte des expériences auxquelles l'auteur a porté un très-grand soin, que pendant la réaction puissante du chlore sur l'alcool, il se forme non-seulement de l'éther chlorique, mais encore de l'éther acétique, et peut-être aussi un peu d'acide acétique libre, et qu'en même temps une grande partie du chlore se convertit en acide hydrochlorique, qui est combiné avec une quantité d'eau plus grande qu'on n'aurait dû s'y attendre d'après la forte concentration de l'alcool. — Partant de ces

données, l'auteur parvient à une explication, qu'il croit satisfaisante, du procédé chimique qui a lieu dans la formation de l'éther chlorique. Dans la détermination des poids atomistiques, il suit exactement les tables de Grotthuss (1), d'après lesquelles un volume de gaz oxigène = 1 atôme d'oxigène, 2 vol. d'hydrogène = 1 at. d'hyd., 2 vol. de gaz azote = 1 atôme, 2 vol. de chlore = 1 at., 2 vol. de gaz oxide de carbone = 1 atôme; d'où résultent les formules suivantes, exprimées en atômes : eau = OH, gaz oléifiant = CH, alcool = 2 CH + OH, éther sulfurique = 4 CH + OH, acide hydrochlorique = ChH, acide acétique = $C^4H^3O^3$. Pour l'éther chlorique, au *minimum* de chloruration, on obtient conséquemment : Ch + 4 CH.

Les affinités qui déterminent la production de l'éther chlorique sont les suivantes :

1° La grande affinité du chlore pour l'hydrogène, d'où résulte l'acide hydrochlorique.

2° L'affinité du chlore pour l'hydrogène carboné, qui, comme tous les phénomènes le démontrent, est encore assez puissante.

3° L'affinité de l'acide hydrochlorique absolu pour l'eau.

4° La disposition que possède l'alcool de former de l'acide acétique sous l'influence de l'oxigène et d'autres circonstances favorables.

5° Enfin l'affinité de l'acide acétique pour l'éther, déjà formé, afin de produire de l'éther acétique.

Maintenant, qu'on mette en jeu toutes ces affinités, et on trouvera que, dans la formation de l'éther chlorique, 8 parties d'alcool sont décomposées, et que de ces 8 parties ainsi que de 6 parties de chlore, qui déterminent la décomposition, résultent tous les produits mentionnés plus haut. Savoir, 4 parties d'alcool sont décomposées pour la formation de 4 parties d'acide hydrochlorique, et d'une partie d'éther acétique; les 4 autres parties d'alcool sont décomposées pour satisfaire à l'affinité de l'acide hydrochlorique pour l'eau, et du chlore pour le gaz oléifiant : de là conséquemment 4 parties d'acide hydrochlorique hydraté et 2 parties d'éther chlorique. La table suivante fait voir d'un seul coup-d'œil l'ensemble des procédés.

(1) Verbindungsverhaeltnisse oder chemische Æquivalent-tafeln von Th. von Grotthuss, Nürnberg, 1821.

2 Ch + 4 Ch

six parties de chlore

huit parties d'alcool



108. Analyse chimique du tabac; nouvelles recherches sur l'Alcaloïde de ce végétal; nicotine; par MM. Posselt et Reimann. (*Geiger's Magazin für Pharmacie*; novemb. et déc. 1828, p. 138.)

Le Mémoire dont nous rendons maintenant compte a été couronné par la Faculté de Médecine de Heidelberg, le 22 nov. 1828.

M. Vauquelin s'est d'abord occupé d'une analyse du tabac; mais comme ce chimiste n'a pas obtenu le principe narcotique à l'état de pureté, M. Hermbstædt a cru devoir se livrer au même travail: or, le principe que ce dernier a désigné sous le nom de *nicotianin*, n'est, d'après nos deux auteurs, que l'huile essentielle du tabac, qui devient concrète à la température ordinaire. M. Hermbstædt n'avait donc point obtenu le véritable principe alcalin du tabac; voici comment le préparent MM. Posselt et Reimann; ces deux chimistes donnent à leur principe le nom de *nicotine*.

1er *Procédé*. On distille dans une cornue de verre une livre et demie de tabac sec, mélangé de deux onces de potasse caustique et d'une quantité suffisante d'eau. Le produit de la distillation est très ammoniacal, et infiniment plus âcre que celui qu'on obtient en ne distillant qu'avec de l'eau pure. Le résidu est étendu d'une nouvelle quantité d'eau, et la distillation est répétée encore deux ou trois fois. Après ces opérations, les feuilles de tabac n'ont plus d'âcreté, elles ne présentent qu'une

saveur amère, et une quantité assez considérable portée dans le canal alimentaire ne produit plus aucun effet malfaisant. Les différens produits de la distillation sont réunis, puis neutralisés par l'acide sulfurique, et enfin évaporés à une douce chaleur, non point cependant jusqu'à parfaite siccité. Le résidu brunâtre, formé d'une masse cristalline irrégulière, est traité par l'alcool absolu, qui laisse, sans le dissoudre, du sulfate d'ammoniaque pur. La teinture alcoolique a une couleur brune claire et une saveur très-amère; on y ajoute une petite quantité d'eau, et on la distille. Le produit de cette seconde distillation est de l'alcool pur. Le résidu brun aqueux est traité par un léger excès d'une solution concentrée de potasse, et soumis à la distillation. Le produit de cette troisième distillation est d'une consistance huileuse, il est presque incolore et clair, sa saveur est très-âcre, et son odeur, qui, à la température ordinaire, est inappréciable à une certaine distance, devient insupportable par la chaleur. L'alcool dissout ce corps sans se troubler; l'éther en extrait le principe âcre, et en le traitant à plusieurs reprises par ce dissolvant, on peut s'emparer de tout ce principe. La dissolution éthérée, distillée au bain-marie, laisse pour résidu un liquide jaunâtre, qui contient le principe âcre dans un état très-concentré.

2e. *Procédé.* On fait bouillir 12 livres de feuilles sèches de tabac dans de l'eau aiguisée d'acide sulfurique; le decoctum est évaporé à une douce chaleur, et le résidu est traité par l'alcool à 90 %. Après avoir ajouté un peu d'eau à la teinture alcoolique, on soumet celle-ci à la distillation pour chasser tout l'alcool; le résidu aqueux est ensuite traité par l'hydrate de chaux, et soumis à une nouvelle distillation. Le produit de la distillation est mélangé et agité avec de l'éther; celui-ci est séparé du liquide aqueux; une nouvelle quantité d'éther est versée sur le résidu, et on répète la distillation jusqu'à ce que le résidu, qui est dans la cornue, n'ait plus qu'une saveur amère et nullement âcre. Tous ces extraits éthérés réunis sont traités par le chlorure de calcium (hydrochl. de chaux), et la dissolution du principe âcre, ainsi obtenue dans l'éther anhydre, est distillée au bain-marie. De cette manière on obtient pour résidu près de 2 gros de *nicotine*, d'une couleur rouge brunâtre.

La nicotine (pure) est claire, et liquide à — 6° C. Son odeur

est désagréable, piquante, semblable à celle du tabac sec, et d'autant plus forte que la température est plus élevée. Sa saveur est extrêmement âcre et brûlante, et elle persiste très-long-temps sur la langue. Ce principe graisse le papier, mais la tache disparaît au bout de 12 heures; il a une pesanteur spécifique plus grande que l'eau, se volatilise à l'air libre, en laissant un léger résidu de matière résineuse; bout à 246° C.; brûle, à l'aide d'une mèche, et se répand en vapeur blanche lorsqu'on le chauffe jusqu'au degré de l'eau bouillante.

La nicotine pure se dissout dans l'eau en toute proportion; sa solution aqueuse manifeste une réaction alcaline. Au moyen de l'éther, on peut enlever toute la nicotine à la solution aqueuse. Étendu dans 10,000 p. d'eau, ce principe possède encore une saveur âcre. Il se dissout également en toute proportion dans l'alcool, qui peut être repris au moyen de la distillation, sans qu'il passe en même temps de la nicotine, ce ne sont que les dernières parties d'alcool qui en contiennent des traces. Ainsi que l'eau et l'alcool, l'éther dissout la nicotine en toute proportion, et une solution éthérée soumise à la distillation n'entraîne pas ce principe, si ce n'est vers la fin de l'opération. Une semblable solution, mélangée avec de l'acide sulfurique étendu, avec de l'acide hydro-chlorique, de l'acide tartrique ou de l'acide acétique, cède à ces acides toute la nicotine qu'elle contient, et il se forme, dans ce cas, des sels insolubles dans l'éther. La nicotine se dissout facilement dans l'huile d'amandes; mais au moyen de l'acide acétique on peut l'en extraire complètement.

Neutralisée par l'acide phosphorique concentré, la nicotine fournit un liquide syrupeux, incolore, qui, évaporé au soleil, donne des cristaux analogues à la cholestérine Le sulfate simple de nicotine se présente sous la forme d'une masse syrupeuse, non cristalline, qui manifeste une légère réaction acide. L'acide nitrique fumant réagit fortement à la température ordinaire, et détruit l'alcaloïde en partie. L'acide oxalique donne un oxalate cristallin, bien soluble; il en est de même de l'acide tartrique. L'acétate de plomb ne trouble pas la nicotine dissoute dans l'acide acétique. K.

MÉLANGES.

109. Programme des prix proposés par l'Académie royale des sciences, pour les années 1830 et 1831. — *Premier grand prix de Mathématiques*, remis au concours pour 1830.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé, pour le concours des années 1828 et 1829, un prix, qui sera décerné dans la séance publique du mois de juin 1830.

Afin de donner plus d'extension et de variété aux travaux sur lesquels le choix pourrait porter, l'Académie a arrêté que le prix sera décerné à celui des ouvrages, ou manuscrits ou imprimés, qui présentera l'application la plus importante des théories mathématiques, soit à la physique générale, soit à l'astronomie, ou qui contiendrait une découverte analytique très-remarquable. On considérera comme admises à ce concours toutes les pièces qui auront été rendues publiques, ou séparément, ou dans des recueils scientifiques, depuis le 1er janvier 1828 jusqu'au 1er janvier 1830, et qui seront parvenues à la connaissance de l'Académie; le concours sera établi entre ces pièces et les mémoires, ou imprimés ou manuscrits, que les auteurs auraient adressés ou remis au secrétariat de l'Institut, soit qu'ils aient fait connaître leur nom, soit que le nom soit inscrit dans un billet cacheté. Dans ce cas, le billet ne sera ouvert, suivant l'usage, que si la pièce est couronnée.

Le prix consistera dans une médaille d'or de la valeur de 3000 *francs*. Les ouvrages ou mémoires adressés par les auteurs devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er mars 1830.

Deuxième grand prix de mathématiques, pour 1830.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix de mathématiques qu'elle devait adjuger en 1828, d'*examiner dans ses détails le phénomène de la résistance des fluides, en déterminant avec soin par des expériences exactes les pressions que supportent séparément un grand nombre de points convenablement choisis sur les parties antérieures, latérales et postérieures d'un corps, lorsqu'il est exposé au choc de ce fluide en mouvement, et*

lorsqu'il se meut dans le même fluide en repos; mesurer la vitesse de l'eau en divers points des filets qui avoisinent le corps; construire sur les données de l'observation les courbes que forment ces filets; déterminer le point où commence leur déviation en avant du corps; enfin établir, s'il est possible, *sur les résultats de ces expériences, des formules empiriques, que l'on comparera ensuite avec l'ensemble des expériences faites antérieurement sur le même sujet.*

L'Académie n'a pu décerner ce prix à aucune des pièces qui ont été envoyées au concours précédent. Toutefois, la même question de la résistance des fluides n'est point exclue de celles qui pourraient être traitées pour le concours actuel. Cette question est nommément comprise parmi les diverses autres recherches mathématiques auxquelles le prix pourra être adjugé, conformément à l'énoncé du présent programme du grand prix de mathématiques proposé pour les années 1829 et 1830.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de 3,000 francs. Il sera décerné dans la séance publique du mois de juin 1830. Les ouvrages ou mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er mars 1830.

Prix d'Astronomie, fondé par M. de Lalande.

La médaille fondée par M. *de Lalande*, pour être donnée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, ou le mémoire le plus utile aux progrès de l'astronomie, sera décernée dans la séance publique du premier lundi de juin 1830.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de 1,270 francs.

Les ouvrages que les auteurs jugeraient convenable d'adresser devront être envoyés au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1830, ainsi que les mémoires ou les dessins et modèles de machines relatifs aux prix ci-dessus.

110. QUESTIONS MATHÉMATIQUES mises au concours par l'Académie de Bruxelles.

Pour 1830, on demande de démontrer, par rapport aux surfaces du deuxième degré, les analogues des théorèmes de *Pascal* et de Brianchon.

Donner la théorie mathématique de l'homme et des animaux, considérés comme moteurs et machines.

Les concurrens sont prévenus qu'ils doivent rapporter les mesures des forces à l'unité connue sous le nom de *Dynamie*.

On demande un examen philosophique des différentes méthodes employées dans la géométrie récente; et particulièrement de la méthode des polaires réciproques.

Pour 1831, on demande la théorie mathématique des vibrations intestines des corps élastiques, en ayant égard aux circonstances physiques qui atténuent d'abord et qui finissent par détruire le mouvement primitif.

Les réponses doivent être envoyées chez *M. Dewez*, secrétaire, avant le 1er février. Le prix est une médaille d'or de la valeur de 30 ducats.

111. Prix proposé par la Soc. roy. de Goettingue, *classe de mathématiques*.

« Quæritur adhuc in astronomiâ practicâ modus determinandi aciem lucis corporum cœlestium, si quidem methodi hactenùs eo scopo propositæ, parùm ei satisfecerunt. Cum vero non uno respectu utilissimum foret, diversas gradationes lucis stellarum et mutationes cui obnoxia est, certo et facilè dijudicandi, desiderat R. S. nova accuratis explicationibus illustrata consilia ad tales principiis photometricis nixos apparatus, quorum ope diversi gradus luminis fixarum certo, convenienter et faciliter dijudicari et determinari possint, ita ut ex plena expositione observationum et quæ sequuntur confectariorum in stellis diversæ magnitudinis demonstratorum, certum in istis apparatibus dignoscere et dijudicare liceat. »

Le prix est de 50 ducats. Les concurrens devront envoyer leurs mémoires avant le mois de septembre de 1831. La distribution aura lieu en novembre. (*Allg. Liter. Zeitung;* février 1829. N° 15. Supplément.)

112. Prix proposé par la Soc. royale des sc. de Danemark.

Classe de mathématiques : In functione quacunque mathematicâ tranformandâ, ejusque valore eruendo, uti solemus formâ simplicissimâ, quæ est summa terminorum potentias sequentium valoris independentis, eundemque in finem nonnun-

quam fractiones continuas adhibemus. — Cum vero ambæ hæc formæ sæpè difficultatem insuperabilem adferant, et multæ aliæ formæ repetitione formarum mathematicarum fieri possint, verbi causa log. $(a + log. (b + log. (c + log. (d + \ldots\ldots))))$ vel quælibet alia; quæ in formâ continetur generaliori $f. (a + f. (b + f. (c + f. (d + \ldots\ldots))))$, quæritur, an et quatenus formæ inventæ in præsenti analyseos statu ad functiones meliùs cognoscendas adhiberi possint.

Les mémoires écrits en latin, français, allemand, anglais, suédois ou danois, devront être adressés avant la fin de 1829 au secrétaire de la Société, prof. Oerstedt, à Copenhague. Le prix consiste en une médaille d'or de 50 ducats danois. (*Leipz. Liter. Zeitung;* janv. 1829, p. 65.)

113. PRIX PROPOSÉ PAR L'ACADÉMIE ROY. DE TURIN.

La classe des sciences physiques et mathématiques de l'Académie roy. des sciences de Turin, propose un prix d'une médaille d'or de la valeur de 600 livres, à l'auteur du meilleur mémoire *sur un sujet chimique ou mécanique, traité scientifiquement et particulièrement appliqué au perfectionnement des arts qui sont ou peuvent être convenablement introduits dans les états de S. M., compris ceux qui peuvent contribuer à l'amélioration de l'agriculture nationale.* Les mémoires, manuscrits ou même imprimés, mais non publiés, écrits en italien, en latin ou en français, devront être remis à l'Académie avant le 30 juin 1831. (*Journal de Savoie;* 18 juillet 1829, p. 337.)

TABLE

DES ARTICLES DU CAHIER D'AOUT 1829.

Mathématiques.

Physique.

Météorologie.

Chimie.

Mélanges.

L'ouvrage de M. Coriolis, qui fait le sujet du Rapport de M. Navier, inséré dans ce cahier, sous le n° 68, est un in-4° de 270 p., du prix de 10 fr., et se trouve chez le libraire Carilian-Gœury.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN
DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,
ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

114. ANNALES DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES; par M. GERGONNE; Tom. XX, n° 3; sept. 1829.

La livraison que nous annonçons est occupée, presque en totalité, par un mémoire de M. Gergonne, sur la nature des queues des comètes, qui, quelque jugement que l'on porte d'ailleurs sur les idées de l'auteur, sera lu sans doute avec beaucoup d'intérêt. M. Gergonne annonce d'abord que l'opinion qu'il a conçue sur la cause du singulier phénomène dont il va tenter une explication mathématique, date de l'apparition de la comète de 1807; qu'il n'y avait pas d'abord attaché beaucoup d'importance; que l'apparition de la belle comète de 1811 le fit retomber, presque malgré lui, daus ses premières réflexions; que pourtant il persista à ne communiquer ses conjectures à personne, si ce n'est pourtant, par occasion, à M. l'astronome Flaugergues qui en parut enchanté; qu'enfin, après plus de vingt ans, étant revenu de nouveau sur la recherche du mouvement de la lumière dans un milieu transparent de densité variable, ses anciennes idées sur la nature des queues des comètes se sont représentées à son esprit; et que, quelque opinion qu'on en veuille concevoir, il se hasarde à les rendre publiques, sans y attacher plus d'importance qu'il n'avait fait en premier lieu. Nous pensons que précisément ce ton de réserve de l'auteur sera très-propre à séduire ses lecteurs, et à concilier à son hypothèse un grand nombre de suffrages. Mais laissons parler M. Gergonne lui-même.

« Soit, dit-il, une masse très-étendue d'une substance gazeuze transparente, enveloppant ou du moins pouvant envelopper un noyau solide, qui pourra lui-même être recouvert d'une

couche plus ou moins épaisse d'un liquide également transparent. Le liquide et le gaz se disposeront, autour du noyau solide, suivant les lois de l'équilibre ; et la densité de la masse gazeuse, par l'effet combiné de son élasticité et de l'attraction exercée sur elle, tant par le noyau que par les couches inférieures, décroîtra sans cesse, du dedans au dehors, ainsi qu'il arrive à la masse atmosphérique qui enveloppe notre terre, si ce n'est qu'elle pourra s'étendre à une beaucoup plus grande distance du centre. Telle est, dans mon hypothèse, ajoute-t-il, l'idée qu'on doit se faire d'une *comète*, du moins de celles qui se montrent accompagnées d'une queue ou chevelure. »

« Pour ne pas trop compliquer la question, poursuit M. Gergonne, supposons que le noyau solide de l'astre soit rigoureusement sphérique, son centre de gravité coïncidant avec son centre de figure, et que toute la masse de cet astre soit assez distante des autres corps célestes, et du soleil en particulier, pour que l'attraction exercée par ces corps divers sur les molécules qui la composent soit sensiblement la même pour chacune de ces molécules, et pour qu'en même temps elles reçoivent toutes de l'action échauffante du soleil une température sensiblement constante. Alors, abstraction faite de tout mouvement, soit de rotation, soit de translation dans l'espace, les parties mobiles de la comète ne seront soumises qu'à leur action mutuelle, et la masse gazeuse qui concourt à la former, et que j'appellerai à l'avenir l'*atmosphère cométaire*, s'arrangera de telle sorte, autour du noyau, que ses couches de densité constante seront, à la fois, sphériques et concentriques ; et, comme je l'ai déja observé plus haut, la densité de ces couches sera d'autant moindre qu'elles auront un plus grand noyau. Il en sera donc de même de leur pouvoir réfringent, si du moins, comme je le suppose encore pour le moment, l'atmosphère cométaire est chimiquement homogène. »

« Considérons présentement un des points lumineux de la surface du soleil. Ce point lance des rayons dans toutes les directions ; ceux d'entre eux qui ne rencontrent pas l'atmosphère cométaire poursuivent leur trajet en ligne droite, dans les profondeurs de l'espace ; et de même il en est du rayon unique qui se dirige vers le centre du noyau, puisqu'il traverse toutes les couches gazeuses de densité constante dans des directions normales.

Dans le cas particulier où il n'existerait pas de noyau opaque, ce dernier rayon poursuivrait sa route au-delà du centre de l'astre, sans être plus dévié qu'avant de l'avoir atteint. »

« Les rayons intermédiaires qui s'éloigneront peu de ces rayons extrêmes ne s'écarteront pas sensiblement de la direction rectiligne; savoir : les uns parce qu'ils traverseront des couches extrêmement rares de l'atmosphère cométaire, et les autres parce qu'ils en traverseront les couches mêmes les plus denses, dans des directions normales. Quant aux rayons qui s'écarteront plus sensiblement de ces deux limites, on conçoit que, suivant les variétés que pourra présenter leur direction initiale, ils seront plus ou moins infléchis vers le centre de l'astre; de telle sorte qu'il y aura une certaine direction initiale à laquelle répondra le *maximum* de courbure. Il est d'ailleurs manifeste que les trajectoires décrites par ces rayons seront toutes des courbes planes, dont les plans passeront par le point rayonnant que nous considérons sur la surface du soleil, et par le centre de la comète. »

« Il y aura donc, comme l'on voit, dans l'un quelconque de ces plans, une infinité de trajectoires dont celle qui passera par le centre de l'astre sera rectiligne, tandis que celles qui s'écarteront de part et d'autre de celle-là, auront des courbures continuelles jusqu'à un certain temps, au-delà duquel leur courbure diminuera, au contraire, continuellement, de manière à devenir enfin, de nouveau, tout-à-fait nulle.

Il est aisé de conclure de là que les trajectoires appartenant à un même plan quelconque se couperont consécutivement, de manière à être toutes tangentes à une sorte de caustique qui en sera l'enveloppe commune. Il est même visible que la droite qui joindra le point rayonnant au centre de la comète, sera un diamètre principal de cette caustique. Voilà donc une courbe sur laquelle viendront converger, tour-à-tour, les rayons émanés du point lumineux; de sorte que les molécules de l'atmosphère cométaire qui se trouveront situées sur cette courbe devront être plus éclairées que celles qui se trouveront situées en d'autres points de son plan. Or, comme il en ira de même pour tous les plans conduits par le point rayonnant et par le centre de l'astre, il s'ensuit que, si l'on fait tourner cette caustique autour de la droite qui joint ces deux points, elle engendrera

une surface de révolution, lieu des points les plus éclairés de l'atmosphère cométaire.

Voilà, poursuit encore M. Gergonne, de quelle manière les choses se passeraient si le soleil se trouvait réduit à un seul point lumineux; et il est probable qu'alors la portion fortement éclairée de l'atmosphère cométaire formerait une couche trop mince pour pouvoir affecter, d'une manière sensible, l'œil d'un spectateur placé à la surface de notre terre; mais chacun des points de la portion de la surface solaire qui regarde la comète, donnera naissance à une pareille surface caustique; et l'ensemble des surfaces caustiques qui répondent à tous ces points, lesquelles se succéderont les unes aux autres sans interruption, produira, dans l'atmosphère cométaire, non plus une simple surface, mais un volume de molécules fortement éclairées. Il arrive un phénomène assez analogue lorsque, de nuit, on tient un verre plein d'eau à quelque distance de la flamme d'une chandelle; en regardant par-dessus le verre, on aperçoit distinctement, dans son intérieur, un volume de liquide plus ou moins considérable, sensiblement plus éclairé que le reste de la masse. Ajoutons que les surfaces caustiques répondant aux différens points lumineux du disque solaire, pourront elles-mêmes avoir leur surface enveloppe à une ou plusieurs nappes; et que les molécules de l'atmosphère cométaire, situées sur cette surface enveloppe, seront éclairées d'une lumière plus vive encore.

« Telle est, dans mon hypothèse, ajoute M. Gergonne, la cause purement optique de cette apparence qui, sous le nom de queue, barbe ou chevelure, accompagne la plupart des comètes observées jusqu'ici. Cette hypothèse explique naturellement pourquoi la queue d'une comète est constamment opposée au soleil. Elle explique également la transparence de cette traînée lumineuse, les courbes plus lumineuses dont elle est quelquefois sillonnée, et enfin cette espèce de vague indéfinissable qu'elle présente à la vue, et qui fait qu'au même instant deux spectateurs ont souvent beaucoup de peine à tomber d'accord sur son étendue et ses limites.

« Si une comète va en s'approchant du soleil, les rayons solaires qui traverseront son atmosphère y pénétreront dans des directions de plus en plus divergentes; les diverses trajectoires

qu'ils y décriront iront donc se couper de plus en plus loin derrière l'astre, à-peu-près comme le foyer d'une lentille convexe s'éloigne de plus en plus derrière elle, à mesure que le point rayonnant en devient plus voisin. En outre, l'action échauffante du soleil, devenue plus énergique par l'effet d'une plus grande proximité, dilatera de plus en plus l'atmosphère cométaire; cette atmosphère prendra donc une étendue toujours croissante, et par suite la queue de la comète une plus grande longueur.

« Cette dernière considération explique fort bien aussi comment ce n'est pas d'ordinaire à l'époque du périhélie, mais un peu après, que la queue d'une comète parvient à son plus grand développement. On conçoit, en effet que l'action dilatante de la chaleur solaire continuant à s'exercer après le périhélie, ce ne doit être également qu'après cette époque que l'astre aura acquis son *maximum* de température, et par suite son maximum de dilatation et de volume. C'est ainsi que le jour le plus chaud de l'année et l'heure la plus chaude du jour sont, d'ordinaire, postérieurs au jour du solstice et à l'heure de midi. »

Nous avons extrait textuellement du mémoire de M. Gergonne cet exposé du fond de son hypothèse, parce qu'il nous a paru de nature à être facilement saisi par les lecteurs même les plus étrangers aux spéculations mathématiques. L'auteur entre ensuite dans le développement des diverses causes d'aberration, dont les principales sont l'inégalité d'action soit échauffante, soit attractive du soleil, sur les différens points de l'atmosphère cométaire, et le défaut d'homogénéité chimique de cet atmosphère, qui font que ses couches de densité constante peuvent fort bien n'être ni sphériques ni concentriques. Il explique comment une comète peut être dépourvue de queue, ou n'être simplement entourée que d'une nébulosité. Il pense enfin que la déviation que doivent éprouver les rayons lumineux qui nous viennent des étoiles fixes, en traversant l'atmosphère des comètes, est fort propre à rendre raison de l'espèce de discordance que présentent les élémens de ces astres, conclues de leur distance aux étoiles voisines; discordance qui cesse d'avoir lieu lorsqu'on peut substituer aux distances aux étoiles la hauteur méridienne et l'heure du passage au méridien.

M. Gergonne termine par l'application du calcul à son hypothèse. Ici trois choses sont à considérer, savoir : 1° la loi sui-

vant laquelle décroît la densité des couches de l'atmosphère cométaire; 2° la nature des courbes décrites par les rayons lumineux qui la traversent; 3° enfin la nature de l'enveloppe de ces trajectoires qui détermine la figure de la queue; et ces trois choses sont tellement liées entre elles que de l'une quelconque on peut facilement conclure les deux autres; ce qui donne naissance à trois problèmes. Celui où c'est la figure de la queue qui est donnée est le plus facile et n'exige, pour être résolu, que la simple application du calcul différentiel; c'est aussi le plus important, puisque la figure de la queue d'une comète est tout ce qu'il nous est permis d'en connaître par l'observation directe. M. Gergonne remarque à ce sujet que, s'il était assez heureux pour avoir rencontré juste, une observation attentive de la figure de la queue des comètes acquerrait désormais beaucoup d'importance, puisqu'elle serait la clé de leur constitution physique. Il donne enfin les formules générales pour la résolution des trois sortes de problèmes, du moins pour le cas des couches de densité constante sphériques et concentriques; et il en fait tour-à-tour l'application à une queue en forme de parabole, dont le centre de l'astre occuperait le foyer, et à une nébulosité en forme de spirale logarithmique, ce qui le conduit à des résultats très-satisfaisans.

Dans un second article de la livraison, un anonyme et M. Pagliani démontrent ces deux théorèmes:

I. Un tétraèdre T étant donné, si l'on en construit un autre T' dont les faces, respectivement parallèles aux siennes, en soient à des distances a, b, c, d; en construisant ensuite des cylindres hyperboliques équilatères, dont les plans asymptotiques soient ceux qui divisent les angles dièdres du tétraèdre T et leurs supplémens en deux parties égales, et tels que chacun d'eux ait pour une de ses génératrices, l'arête du tétraèdre T' qui est parallèle à son axe; ces 6 cylindres se couperont aux 8 mêmes points, centres d'autant de sphères qui intercepteront sur les plans des faces du tétraèdre T des cercles dont les rayons seront respectivement égaux aux longueurs a, b, c, d.

II. Le centre de la sphère qui est vue de 4 points de l'espace sous quatre angles donnés, est le point duquel on verrait sous le même angle quatre autres sphères qui auraient pour centres les points donnés, et dont les rayons seraient respectivement proportionnels aux cosécantes des angles donnés.

115. **Mémoire sur l'emploi des projections stéréographiques en géométrie**; par M. Dandelin. (*Nouv. mémoir. de l'Acad. de Bruxelles*; Tom. IV, p. 14.)

Si l'on conçoit que deux yeux, dans une position connue, regardent à la fois un système de points, et qu'on trace les perspectives de ce système sur deux plans différens, la connaissance de ces deux perspectives et de la position des yeux détermineront complètement tous les points du système. C'est ainsi, par exemple, qu'un plan serait déterminé au moyen de ses traces sur les deux tableaux; mais si l'on imagine une sphère donnée de position, et que par tous les points du plan on mène un cône tangent à cette sphère, les plans qui comprennent les lignes de contact de la sphère et du cône, se couperont tous en un même point que l'on appelle le *pôle* du plan proposé. On conçoit bien qu'il sera possible, au moyen de la sphère auxiliaire, de déterminer le plan par son pôle, et réciproquement; ou bien si l'on se borne à considérer deux dimensions, et qu'on substitue un cercle à la sphère, on déterminera une droite par son pôle, et *vice versâ*. Mais, comme on le prévoit bien, le but de l'auteur est de découvrir, à l'aide de ces considérations, de nouvelles relations géométriques, plutôt que de les appliquer à la pratique de la perspective. Nous donnerons ici l'énoncé de quelques-uns des théorèmes qu'il démontre. On suppose que l'œil et le centre de la sphère sont sur une même droite perpendiculaire au plan du tableau.

1. Un cercle tracé sur la sphère est vu suivant un autre cercle, dont le centre est la projection du pôle du premier.

2. Par deux cercles on peut toujours faire passer deux systèmes de droites, formant deux cônes, dont les sommets sont sur la droite qui passe par les pôles de ces cercles.

3. Toute section conique dont le plan touche une sphère au foyer de la section, se projette stéréographiquement suivant une autre section conique dont le foyer est la projection du foyer de la première.

116. **Sur les intersections de la sphère et d'un cône du second degré**; par le même. (*Ibid.*; p. 3.)

Si l'on abaisse d'un point donné des perpendiculaires sur les

tangentes d'une courbe du 2e degré, selon que cette courbe sera une parabole, une ellipse ou une hyperbole, les pieds de ces perpendiculaires formeront une courbe, qui sera une focale, une conchoïde, ou une lemniscate. Il en résulte que les diverses variétés de lemniscates sont toutes renfermées dans une même classe de courbes, savoir : les développées des caustiques par réflexion des sections coniques. Maintenant, en ayant recours aux considérations exposées dans le précédent mémoire, on trouve que les *développées des caustiques par réflexion des courbes du 2e degré, peuvent être considérées comme les projections stéréographiques de l'intersection d'un cône et d'une sphère, dont la surface renferme le sommet du cône.* Telle est la proposition fondamentale démontrée dans cette note.

117. Résumé d'une nouvelle théorie des caustiques, suivi de différentes applications à la théorie des projections stéréographiques; par M. Quételet. (*Ibid.*; p. 81.)

Les recherches intéressantes de M. Quételet sur la théorie des caustiques, ont paru dans le Tom. III des Mémoires de Bruxelles, et dans d'autres recueils périodiques, ensorte qu'on peut les considérer comme déjà parvenues généralement à la connaissance du public. Ceci nous dispensera d'insister sur le résumé que l'auteur en présente ici, en même temps qu'il rappelle succinctement les mémoires de MM. Sturm, Gergonne, etc., relatifs au même sujet. Mais il y ajoute de nouveaux développemens, dont les uns ont pour objet la détermination graphique des courbes d'égale teinte et des points brillans, les autres établissent des rapports entre les caustiques secondaires des courbes et leurs lignes polaires. Il faut se rappeler que l'auteur entend par caustique *secondaire*, la développante de la caustique proprement dite, et que la *polaire* d'une courbe est la ligne qui comprend les pôles de toutes ses tangentes, par rapport à un cercle donné, ensorte que les deux courbes sont réciproquement polaires l'une de l'autre. Dans l'espace, et par rapport à une sphère aussi donnée de position, chaque surface a également sa surface polaire, laquelle, à son tour, a pour polaire la 1re surface.

Cela posé, « Si l'on construit à la fois la polaire et la caustique secondaire d'une même courbe, et si on les projette stéréo-

graphiquement sur la sphère qui a même centre et même rayon que le cercle par rapport auquel on a construit la polaire (l'œil étant placé à l'extrémité du diamètre de la sphère perpendiculaire au plan de la courbe et du cercle), les deux projections stéréographiques sur la sphère seront égales et symétriquement placées; de manière qu'en projetant une seconde fois ces lignes de la sphère sur un plan (l'œil étant dans une position diamétralement opposée à celle qu'il avait d'abord), la polaire deviendra caustique secondaire de la courbe proposée, et *vice versâ.* »

A l'aide de ce théorème, et sachant que la caustique secondaire est une épicycloïde, on démontre que le cercle a pour polaire une section conique, et on transporte à l'épicycloïde plusieurs propriétés des sections coniques, notamment celles qui concernent l'hexagone de Pascal. On démontre pareillement que la polaire d'une section conique est une autre section conique, théorème également donné par M. Dandelin, dans le mémoire dont l'annonce est plus haut.

En faisant mouvoir une équerre d'un mouvement continu, de manière que l'un de ses côtés passe toujours par un même point que nous considérerons comme le point rayonnant, et que l'autre côté soit constamment tangent à une courbe donnée, le sommet de l'équerre décrira une nouvelle courbe, que l'auteur appelle l'*inverse* de la première; d'où il conclut, que *la polaire d'une courbe donnée a pour inverse une courbe semblable à la caustique secondaire de la proposée ;* et de plus qu'il suffira de doubler les rayons vecteurs de la courbe inverse, ces rayons ayant leur origine au point rayonnant, pour obtenir la caustique secondaire. Enfin, le produit des rayons vecteurs et de son inverse, sera constant et égal au carré du cercle *polarisant.* Au moyen de ces propriétés, qui ressortent des considérations géométriques employées par l'auteur, on peut (comme il le fait dans une note) indiquer, pour la détermination des caustiques secondaires et des polaires, les règles de calcul suivantes, beaucoup plus expéditives que celles qui dériveraient des considérations ordinaires.

L'équation d'une courbe en coordonnées rectangulaires, étant

(1) $f(x',y')=0,$

et celle de sa tangente au point (x',y') :

(2) $y-y'=\frac{dy'}{dx'},(x-x'),$

ou aura, pour celle de la perpendiculaire abaissée de l'origine sur la tangente :

(3) $y=-\frac{dx'}{dy'}x.$

L'élimination de x',y', entre (1), (2), (3) donne, pour l'inverse de la polaire de la courbe proposée, l'équation

(4) $\varphi(x,y)=0;$

d'où, en prenant pour nouvelles variables $X=2x$, $Y=2y$, l'équation de la caustique secondaire est

(5) $\varphi\left(\frac{X}{2},\frac{Y}{2}\right)=0$

Nommons r le rayon du cercle *polarisant*, ρ, ρ'' le rayon vecteur de la courbe (4) et celui de la polaire, x'', y'' les coordonnées rectangulaires de cette dernière courbe, on aura

$$\rho\rho''=r^2,\ x:x''::y:y''::\rho:\rho'',$$

d'où $x=\frac{x''r^2}{x''^2+y''^2},\ y=\frac{y''r^2}{x''^2+y''^2},$

et substituant ces valeurs dans l'équation (4), on aura l'équation de la polaire de la proposée

(6) $F(x'',y'')=0.$

Prenons pour exemple l'équation de la parabole

$$y'^2=2px',$$

les équations (2) ... (6) deviendront successivement :

$$yy'=p(x+x'),$$
$$py=-y'x,$$
$$y^2=-\frac{2x^3}{p+2x},$$
$$Y^2=-\frac{4X^3}{p+X},$$
$$y''^2=2r^2x'';$$

ce qui montre que l'inverse de la polaire d'une parabole et sa caustique secondaire, sont des cissoïdes, et que sa polaire est une autre parabole. A. C.

118. Mémoire sur l'équilibre des systèmes flexibles; par M. Pagani. (*Nouv. Mémoir. de l'Acad. de Bruxelles*; T. IV, p. 195.)

M. Pagani est l'un des géomètres qui s'occupent avec le plus de succès de l'application des formules de mécanique à des questions nouvelles, ou susceptibles d'éclaircissemens nouveaux. De ce nombre est celle qui fait l'objet de ce mémoire. L'équation d'une surface flexible en équilibre a été donnée par Lagrange, dans la seconde édition de la *Mécanique analytique*, comme application de la méthode qui fait la base de cet excellent ouvrage: M. Poisson, dans un Mémoire présenté à l'Institut, en 1814, a traité le même sujet par l'emploi des forces auxiliaires ou *tensions*; mais l'équation à laquelle il est parvenu, diffère de celle de Lagrange; ensorte que M. Cisa de Grésy, dans un mémoire qui fait partie de ceux de l'Académie de Turin pour 1818, cherchant à lever cette contradiction, a prétendu que l'équation de M. Poisson et celle de Lagrange ne représentaient chacune que des cas particuliers et différens de l'équilibre des surfaces élastiques. Le travail de M. Pagani est particulièrement destiné à éclaircir ce point d'analyse, et nous pensons qu'il y a complètement réussi; mais voulant reprendre la question de plus haut, il cherche d'abord, d'après le principe des vîtesses virtuelles et la méthode des variations, les équations d'équilibre du polygone funiculaire et de la courbe funiculaire ou chaînette, sujet trop connu pour que nous nous y arrêtions dans cette analyse. Passant de là au cas où l'on embrasse trois dimensions, il recherche par des procédés analogues les équations d'équilibre d'un *réseau* funiculaire, portant à chaque nœud des masses soumises à la pesanteur ou à d'autres forces; mais les formules que l'on obtient, étant aux différences finies à deux variables indépendantes, paraissent trop compliquées pour comporter une solution numérique, et sous ce rapport elles sont de pure curiosité. L'essentiel est qu'en établissant le passage du fini à l'infiniment petit, ces formules donnent pour l'équilibre de la surface flexible, les mêmes équations que M. Poisson avait trouvées, ce qui confirme la justesse et la généralité de celles-ci, contre l'opinion du chevalier Cisa de Grésy.

M. Pagani ne se borne point à une semblable vérification; il

recherche de nouveau l'équation d'équilibre de la surface par la méthode de Lagrange. Or, l'inextensibilité étant la seule condition à laquelle le système soit assujetti, et cette condition s'exprimant par

$$\delta . dm = \delta . \left(dx dy \sqrt{1+p^2+q^2}\right) = 0,$$

l'auteur de la *Mécanique analytique* en avait conclu qu'il fallait adjoindre au premier membre de la formule des vitesses virtuelles

$$SS(X\delta x + Y\delta y + Z\delta z)dm = 0,$$

le terme SSP δ. *dm.*, où P désigne un coefficient inconnu, et après avoir réduit ce terme à la forme

$$SS(\alpha\delta x + \beta\delta y + \gamma\delta z)$$

égaler à zéro les coefficiens des variations indépendantes. Mais M. Pagani observe que *dm* étant une fonction des deux variables indépendantes x, y, la véritable formule d'équilibre est

$$SS(X\delta x + Y\delta y + Z\delta z)dm + SSP\frac{d\delta m}{dx}dx + SSP'\frac{d\delta m}{dy}dy = 0,$$

P, P' désignant deux inconnues arbitraires et indépendantes. Alors, en effet on trouve, selon les procédés du calcul des variations :

$$KX - \frac{d}{dx}\cdot\frac{P(1+q^2)}{K} + \frac{d}{dy}\cdot\frac{P'pq}{K} = 0,$$

$$KY - \frac{d}{dy}\cdot\frac{P'(1+p^2)}{K} + \frac{d}{dx}\cdot\frac{Ppq}{K} = 0,$$

$$KZ - \frac{d}{dx}\cdot\frac{Pp}{K} - \frac{d}{dy}\cdot\frac{P'q}{K} = 0,$$

équations dans lesquelles on a fait, pour abréger,

$$\sqrt{1+p^2+q^2} = K,$$

et qui sont celles données par M. Poisson : si l'on prend P' = P, elles se changent dans les équations de Lagrange.

Maintenant, lorsqu'on suppose que la surface élastique est de révolution, il arrive, conformément à la remarque de M. Cisa de Grésy, que les équations de Lagrange sont applicables immédiatement, et que celles de M. Poisson ne le sont pas ; mais ceci tient, selon la judicieuse observation de M. Pagani, à ce que la condition que la surface soit de révolution introduit entre les variables x, y, la relation

$$py - qx = 0,$$

l'axe des z étant pris, bien entendu, pour celui de révolution; qu'ainsi, au moyen de cette liaison, les variations $\frac{d.\delta m}{dx}, \frac{d.\delta m}{dy}$ n'étant plus indépendantes, on ne doit pas les multiplier chacune par un coefficient indépendant, dans l'équation des vitesses virtuelles, et qu'il faut par conséquent faire avant tout $P' = P$.

L'auteur applique ces formules à la détermination de l'équation du mouvement d'une bulle d'air, qui se meut dans l'intérieur d'une masse liquide. A. C.

119. Solution algébrique d'un problème de géométrie a trois dimensions; par M. Hachette. (*Ibid.*; 2e série, p. 91.)

M. Bruno, dans un mémoire italien, publié à Naples en 1826, ayant pour titre: *Soluzione geometrica di un difficile problema di sito*, a proposé et résolu synthétiquement le problème suivant:

« Étant donnés un point et deux droites dans l'espace, mener par le point, un plan qui coupe les deux droites en deux autres points, tels que les trois points soient les sommets d'un triangle semblable à un triangle donné. »

M. Hachette donne d'abord une solution algébrique de cette question, qui dépend d'une élimination entre deux équations du 2e degré, ou de l'intersection de deux sections coniques; et à raison d'une ambiguité de signes, le nombre des solutions s'élève à huit. Dans le cas particulier où les deux droites se rencontreraient, le point de rencontre serait le sommet de huit pyramides, qui auraient pour bases des triangles semblables à un triangle donné. M. Hachette expose ensuite et interprète la construction de M. Bruno, qui repose aussi sur l'intersection de deux hyperboles. Il fait observer que, dans le cas particulier indiqué ci-dessus, le problème revient à couper une pyramide triangulaire dont on connaît les trois angles plans qui se réunissent au sommet de cette pyramide, suivant un triangle de similitude donnée; et enfin que celui-ci en comprend un autre qui a depuis long-temps été l'objet des recherches de l'auteur, et dont voici l'énoncé:

« Connaissant dans une pyramide triangulaire la base et les angles des arêtes opposés aux cotés de la base, construire le sommet de la pyramide. »

M. Hachette donne une notice curieuse sur l'histoire de ce problême, proposé en premier lieu, et partiellement résolu par *Estève*, dans le Tom. IIe des *Mém. des Savans étrangers*, année 1754, puis traité par Lagrange dans les Mémoires de Berlin pour 1773, et ensuite par le même géomètre, dans les Leçons des écoles normales, en 1795. Le problème d'Estève, qui est susceptible d'applications en géodésie, avait fixé l'attention de Monge, qui en a aussi donné une solution dans le journal des mêmes écoles, en affirmant que cette équation, traitée par l'analyse, conduirait généralement à une équation du 64e degré; erreur que M. Hachette a depuis rectifiée dans son édition de la Géométrie de Monge, en exposant une construction complète du cas le plus général.

M. Hachette fait voir encore que la construction de M. Bruno, d'après laquelle on trouve un plan qui coupe une pyramide donnée suivant un triangle de similitude donnée, est une traduction géométrique des équations qui ont été données par Lagrange, en 1795, entre une arête de la pyramide et les rapports de celle-ci aux deux autres arêtes. Enfin ils discute de la même manière la construction donnée par le géomètre italien, pour cet autre problème.

« Étant données deux droites parallèles, construire un triangle de similitude donnée, qui ait deux sommets sur ces droites, et le troisième sommet en un point donné. »

Ou bien encore :

« Connaisssant la projection d'un triangle sur un plan et sa similitude, construire le triangle. »

Cette question, traitée par l'algèbre, conduit à une équation du 4e degré qui se résout par des radicaux carrés; aussi la construction de M. Bruno n'emploie-t-elle que la ligne droite et le cercle. A. C.

120. Mémoire sur différens sujets de géométrie a trois dimensions; par M. Quételet. (*Ibid.*; 1re série, p. 51.)

Le principal objet de cet écrit est de donner deux solutions nouvelles, l'une graphique, l'autre algébrique, du problème de M. Bruno, dont on vient de parler. M. Quételet présente ensuite des considérations générales sur l'emploi de la théorie des projections, comme moyen d'investigations géométriques. Il ob-

serve judicieusement que le caractère distinctif de cette méthode est de transporter, pour ainsi dire, par intuition, un grand nombre de propriétés des figures régulières à d'autres qui le sont moins. Appliquant spécialement cette réflexion à l'emploi des projections stéréographiques, qui font le sujet d'un mémoire de M. Dandelin, inséré dans le même volume, il étend quelques-uns des théorèmes trouvés par ce dernier géomètre, et en démontre ou indique rapidement plusieurs autres, dont malheureusement le seul énoncé serait encore fort long. Nous nous bornerons à transcrire celui-ci dont la forme est très-simple : Deux cônes droits tangens à une sphère, se coupent suivant une courbe plane. » A. C.

121. De la convergence des séries trigonométriques qui servent à représenter une fonction arbitraire entre des séries données; par le prof. Lejeune-Dirichlet. (*Journal für die reine Mathematik*; tome IV, cah. 2e.)

Nous regrettons de ne pouvoir exposer ici la démonstration que M. L. D. a donnée de l'importante propriété de la série dont il s'est occupé; il serait difficile de présenter cette démonstration d'une manière abrégée sans altérer la rigueur qui la distingue; nous devons nous borner à en indiquer la marche. L'auteur commence par considérer l'intégrale $\int_0^h \frac{\sin. i\beta}{\sin. \beta} \cdot f(\beta)\, d\beta$ dans laquelle $f(\beta)$ est une fonction de β toujours croissante ou décroissante depuis o jusqu'à h, h étant une quantité positive inférieure ou tout au plus égale à $\frac{\pi}{2}$.

En décomposant cette intégrale en plusieurs autres, prises, la 1re depuis $\beta = 0$ jusqu'à $\beta = \frac{2\pi}{i}$, la 2e depuis $\beta = \frac{2\pi}{i}$ jusqu'à $\beta = \frac{4\pi}{i}$, etc., il prouve qu'elle converge à mesure que la quantité positive i augmente, vers la valeur fixe $\frac{\pi}{2} f(0)$. Il en conclut que l'intégrale $\int_g^h \frac{\sin. i\beta}{\sin. \beta} \cdot f(\beta)\, d\beta$ où $f(\beta)$ est toujours croissante

ou décroissante depuis g jusqu'à h, converge vers la limite o à mesure que i augmente, excepté quand g est nulle, auquel cas elle devient égale à $\frac{\pi}{2}f(o)$. Il considère ensuite la série

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(\alpha)d\alpha+\frac{1}{\pi}\left\{cos.x\int\varphi(\alpha)cos\alpha.d\alpha+cos2x.\int\varphi(\alpha)cos2\alpha.d\alpha+\text{etc.}\right\}$$
$$+\frac{1}{\pi}\left\{sinx.\int\varphi(\alpha)sin\alpha.d\alpha+sin.2x\int\varphi(\alpha)sin.2\alpha d\alpha+\text{etc.}\right\}$$

Ces intégrales sont prises entre les limites $-\pi$ et π qui comprennent la valeur de x. Cette série est la même que

$$\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(\alpha)\,d\alpha\left\{\frac{1}{2}+cos.(\alpha-x)+cos.2(\alpha-x)+\text{etc.}\right\}$$

La somme des n premiers termes est

$$\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\varphi(\alpha).\frac{sin.(n+\frac{1}{2})(\alpha-x)}{2\,sin.\frac{1}{2}(\alpha-x)}d\alpha.$$

Pour trouver la limite dont cette intégrale approche lorsque n augmente indéfiniment, l'auteur la partage en deux autres, prises l'une depuis $-\pi$ jusqu'à x, l'autre depuis x jusqu'à π, et il conclut de ce qu'il a prouvé précédemment que cette limite est $\varphi(x)$, pour toute valeur de x comprise entre π et $-\pi$, et qu'elle est $\frac{\varphi(\pi)+\varphi(-\pi)}{2}$ pour chacune des valeurs extrêmes π et $-\pi$.

M. Cauchy s'était déjà occupé de la convergence de la même série dans un mémoire qui fait partie de ceux de l'Institut, pour 1822. M. L. D. en citant ce travail de M. Cauchy, a fait contre sa démonstration des objections qui paraissent fondées. Mais depuis cette époque, M. Cauchy est parvenu à établir la convergence d'une classe nombreuse de séries, parmi lesquelles se trouve comprise celle dont il est ici question. Ses recherches sur le développement d'une fonction arbitraire en séries de cette espèce, ont été publiées dans la 24e liv. de ses Exercices et dans son Mémoire sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, où il a donné en particulier une expression *du reste* de la série précédente. La mé-

thode de M. Cauchy mérite toute l'attention des géomètres, à cause de sa grande généralité; elle n'est point sujette à la principale objection que M. L. D. a faite contre le premier travail qu'il a cité. C. S.

122. SUR LA CONVERGENCE DES SÉRIES qui procèdent suivant les sinus et cosinus des multiples d'une variable; par le prof. DIRKSEN. (*Ibid*; p. 170-179.)

La démonstration contenue dans ce mémoire ne nous paraît pas aussi concluante que celle qui fait le sujet du mémoire précédent.

123. DÉMONSTRATION D'UN NOUVEAU THÉORÈME DE STATIQUE découvert par M. Chasles, avec quelques corollaires; par le prof. MÖBIUS. (*Ibid*; p. 179-184.)

M. Gergonne a démontré dans ses Annales, n° de juin 1828, ce théorème remarquable qui lui avait été communiqué sans démonstration par M. Chasles: de quelque manière qu'on réduise à deux les forces appliquées à un système de forme invariable, le tétraèdre qui aura pour arètes opposées les droites qui représenteront les deux résultantes en grandeur et en direction, aura toujours le même volume. M. Möbius sans connaître le travail de M. Gergonne est parvenu à une autre démonstration, fondée sur une nouvelle manière de représenter les momens des forces.

On sait que le moment d'une force, par rapport à un axe, s'obtient en projetant cette force sur un plan perpendiculaire à cet axe et multipliant sa projection par sa distance au même axe. M. Möbius fait voir que les momens de différentes forces représentées en grandeur et en direction par des lignes droites PQ, RS, etc. par rapport à un même axe AB, sont proportionnels aux volumes des tétraèdres ABPQ, ABRS, etc. Si les forces PQ, RS,.. sont en équilibre on aura

$$ABPQ + ABRS + \text{etc.} = 0$$

puisqu'alors la somme de leurs momens, par rapport à un axe quelconque, doit être égale à zéro.

Dans cette équation les tétraèdres ABPQ, ABRS, .. doivent être pris positivement ou négativement, selon le sens de la rota-

tion d'un triangle mobile dont la base est AB, et dont le sommet variable décrit les droites PQ, RS, en allant de P vers Q de R vers S..

Si le système des forces PQ, RS, .. est équivalent au système des forces P′Q′, R′S′, .. on aura

$$ABPQ + ABRS + .. = ABP'Q' + ABR'S' + ..$$

Cela posé, en admettant qu'un système de forces appliquées à un corps solide soit réduit une première fois à deux forces PQ RS, puis une seconde fois à deux autres forces P′Q′, R′S′, on aura

$$ABPQ + ABRS = ABP'Q' + ABR'S'$$

En faisant coïncider l'axe arbitraire AB tour-à-tour avec PQ, RS, P′Q′, R′S′, on obtiendra quatre équations dont l'addition donnera PQRS = P′Q′R′S′, ce qui est le théorème de M. Chasles. On peut encore l'énoncer ainsi : lorsque quatre forces sont en équilibre, le tétraèdre formé sur deux quelconques de ces forces est équivalent au tétraèdre formé sur les deux autres. De là, en considérant 5, 6 .. forces en équilibre, M. Möbius s'élève à ce théorème général, que M. Chasles nous a dit avoir aussi communiqué à M. Gergonne, en même temps que le précédent.

Si des forces au nombre de n sont en équilibre, ou ont une résultante unique, la somme algébrique des $\frac{n(n-1)}{2}$ tétraèdres ayant pour côtés opposés les lignes droites qui représentent ces forces prises deux à deux, est égale à zéro. Mais lorsque les forces du système ne sont pas en équilibre et n'ont pas une résultante unique, la somme de ces mêmes tétraèdres est égale à celui qui a pour côtés opposés les deux forces résultantes, auxquelles peuvent être réduites toutes celles du système.

C. S.

124. Mémoire sur l'application du calcul des résidus à l'évaluation et à la transformation des produits composés d'un nombre infini de facteurs; lu à l'Acad. des sciences le 31 août 1829.

On sait qu'une fonction entière de la variable x peut toujours être décomposée en facteurs linéaires qui, égalés séparément à zéro, fournissent les diverses racines de l'équation algébrique, dont le premier membre serait précisément la fonction dont il s'agit.

Cette propriété des fonctions entières subsiste pour quelques fonctions transcendantes. Ainsi, par exemple, sin. x et cos. x sont décomposables en facteurs linéaires, qui, égalés séparément zéro, fournissent les diverses racines des équations sin. $x = 0$, cos. $x = 0$. Mais on se tromperait si l'on attribuait la propriété ci-dessus énoncée à toute espèce de fonctions, et il peut arriver que le produit P de tous les facteurs linéaires correspondans aux diverses valeurs de x, pour lesquels une fonction transcendante s'évanouit, ne soit pas équivalent ni même proportionnel à cette fonction. Ainsi, en particulier, les seules valeurs de x, propres à faire évanouir la fonction $e^x - 1$ sont comprises dans les formules

$$x = 0 \ , \ x = \pm n \pi \sqrt{-1} \ ,$$

x étant un nombre entier quelconque, et cependant le produit P de x par tous les facteurs linéaires de la forme

$$1 \pm \frac{x}{n\pi \sqrt{-1}}$$

n'est pas équivalent ni même proportionnel à $e^x - 1$. Mais on a dans ce cas

$$e^x - 1 = \mathrm{P}\, e^{\frac{x}{2}},$$

en sorte que, pour obtenir la fonction transcendante $e^x - 1$ il faut multiplier le produit P par un nouveau facteur $e^{\frac{x}{2}}$ qui n'est point linéaire, ni décomposable en facteurs linéaires déterminés, et qui ne s'évanouit pour aucune valeur finie de la variable x. On voit donc que les principes qui servent de base à la décomposition des fonctions entières en facteurs linéaires, ne sauraient s'appliquer aux fonctions transcendantes. D'un autre côté, il était à désirer que l'on pût établir des formules générales propres à l'évaluation ou à la transformation des produits composés d'un nombre infini de facteurs, ainsi qu'à la décomposition des fonctions transcendantes en produits de cette espèce. Or, j'ai reconnu qu'on pouvait appliquer très-utilement à ces questions le calcul des résidus qui offre tant d'avantages dans la sommation des séries, dans l'évaluation des intégrales définies, et dans l'intégration des équations différentielles ou aux différences partielles. C'est ce dont on se convaincra facilement à la lecture du mémoire que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie.

Pour donner une idée des résultats auxquels je suis parvenu, je me contenterai de citer entre autres la proposition suivante.

Théorème. *Soient $f(z)$, $F(z)$ deux fonctions de la variable z qui restent finies et continues ainsi que leurs dérivées des divers ordres pour toutes les valeurs finies de z, et qui ne s'évanouissent ni l'une ni l'autre pour $z = 0$. Soient d'ailleurs α, β, γ... les racines de l'équation*

$$(1) \qquad f(z) = 0,$$

λ, μ, ν ... celles de l'équation

$$(2) \qquad F(z) = 0$$

et x une nouvelle variable. Si le rapport

$$(3) \qquad \frac{f'\left(\frac{x}{z}\right) F'(z)}{f\left(\frac{x}{z}\right) F(z)}$$

s'évanouit pour des valeurs infiniment petites ou infiniment grandes, mais convenablement choisies du module r de la variable z, on aura

$$(4) \qquad \frac{f\left(\frac{x}{\lambda}\right)}{f(0)} \cdot \frac{f\left(\frac{x}{\mu}\right)}{f(0)} \cdot \frac{f\left(\frac{x}{\nu}\right)}{f(0)} \cdots = \frac{F\left(\frac{x}{\alpha}\right)}{F(0)} \cdot \frac{F\left(\frac{x}{\beta}\right)}{F(0)} \cdot \frac{F\left(\frac{x}{\gamma}\right)}{F(0)} \cdots$$

Il est facile de vérifier l'exactitude de la formule (4) dans le cas où $f(z)$, $F(z)$ se réduisent à deux fonctions entières. Si, la fonction $f(z)$ étant entière, on prend

$$F(z) = \frac{\sin. \pi \sqrt{z}}{\pi \sqrt{z}},$$

la même formule donnera

$$(5) \qquad \frac{f(x)}{f(0)} \cdot \frac{f\left(\frac{x}{4}\right)}{f(0)} \cdot \frac{f\left(\frac{x}{9}\right)}{f(0)} \cdots = \frac{\sin. \pi \sqrt{\frac{x}{\alpha}}}{\pi \sqrt{\frac{x}{\alpha}}} \cdot \frac{\sin \pi \sqrt{\frac{x}{\beta}}}{\pi \sqrt{\frac{x}{\beta}}} \cdot \frac{\sin \pi \sqrt{\frac{x}{\gamma}}}{\pi \sqrt{\frac{x}{\gamma}}} \cdots$$

Le second membre de l'équation (5) étant composé d'un nombre fini de facteurs égal au degré de $f(z)$, il résulte de cette équation qu'on peut toujours évaluer le produit

$$\frac{f(x)}{f(0)} \cdot \frac{f\left(\frac{x}{4}\right)}{f(0)} \cdot \frac{f\left(\frac{x}{9}\right)}{f(0)} \cdots$$

composé d'une infinité de facteurs, c'est-à-dire, de tous les facteurs de la forme

$$\frac{f\left(\frac{x}{n^2}\right)}{f(0)}.$$

Si l'on pose en particulier $f(z) = 1 - z$, l'équation (5) reproduira la formule connue

$$(6) \quad (1-x)\left(1-\frac{x}{4}\right)\left(1-\frac{x}{9}\right)\ldots = \frac{\sin.\pi\sqrt{x}}{\pi\sqrt{x}}.$$

Si l'on prenait successivement

$$F(z) = \sin. z - z \cos. z$$
$$F(z) = (z^2 + b) \sin. z - az \cos. z$$
$$F(z) = (e^z + e^{-z}) \cos. z - 2$$

etc.

on obtiendrait, au lieu des équations (5) et (6), de nouvelles formules que je me dispenserai d'écrire.

Enfin, si l'on supposait

$$f(z) = \frac{\sin.\frac{\pi}{2}\sqrt{z}}{\frac{\Pi}{2}\sqrt{z}} \qquad F(z) = \cos.\frac{\pi}{2}\sqrt{z},$$

on tirerait de l'équation (4)

$$(7) \quad \cos.\frac{x}{2}\cos.\frac{x}{4}\cos.\frac{x}{6}\ldots = \frac{\sin. x}{x}\cdot\frac{3\sin.\frac{x}{3}}{x}\cdot\frac{5\sin.\frac{x}{5}}{x}\ldots,$$

puis on en conclurait, en remplaçant x par $x\sqrt{-1}$

$$\frac{+e^{-\frac{1}{2}x}}{2}\cdot\frac{e^{\frac{1}{4}x}+e^{-\frac{1}{4}x}}{2}\cdot\frac{e^{\frac{1}{6}x}-e^{-\frac{1}{6}x}}{2}\ldots = \frac{e^{x}-e^{-x}}{2x}\cdot\frac{e^{\frac{1}{3}x}-e^{-\frac{1}{3}x}}{\frac{2}{3}x}\cdot\frac{e^{\frac{1}{5}x}-e^{-\frac{1}{5}x}}{\frac{2}{5}x}\ldots.$$

Au reste, le théorème ci-dessus énoncé n'est qu'un cas particulier d'un théorème plus général qui sert à évaluer le rapport entre les produits que renferment les deux membres de la formule (4), à l'aide d'une exponentielle dont l'exposant est une intégrale définie.

125. Mémoire sur la théorie des nombres; par M. Augustin Louis Cauchy. Lu à l'Acad. royale des sciences, le 21 septembre 1829.

§ I. *Considérations générales*

Dans la science des nombres, l'une des propriétés les plus

importantes et les plus fécondes en conséquences dignes de remarque, est le théorème connu sous le nom de *loi de réciprocité* entre deux nombres premiers. On sait en particulier que cette proposition sert de base à la théorie des résidus quadratiques. Or, des recherches relatives à la résolution des équations binomes, après m'avoir fourni une démonstration nouvelle de la loi de réciprocité dont il s'agit, m'ont conduit à reconnaître qu'il existe une infinité de lois du même genre, mais d'un ordre plus élevé, et j'ai vu découler immédiatement de ces lois des théories nouvelles, savoir: la théorie des résidus cubiques et généralement des résidus fournis par des puissances d'un degré quelconque. D'ailleurs l'analyse par laquelle je suis parvenu à découvrir ces mêmes lois, m'a offert le moyen de résoudre algébriquement une foule d'équations indéterminées et d'établir des théorèmes dignes de l'attention des géomètres. Je vais indiquer ici les principes sur lesquels repose cette analyse et les résultats divers que l'on peut en déduire.

§ II. *Principes fondamentaux. Formules déduites de ces principes.*

Soit n un nombre entier quelconque. Je dirai que les nombres entiers positifs ou négatifs u et v sont *équivalens* suivant le module n, lorsque la différence $u-v$ ou $v-u$ sera divisible par n; j'indiquerai cette équivalence, nommée congruence par M. Gauss, à l'aide de la notation

$$u \equiv v \ (\text{mod. } n)$$

employée par ce géomètre. De plus, p étant un nombre premier, je dirai avec M. Poinsot que ρ est une racine primitive de l'équation

$$(1) \qquad x^n = 1.$$

et r est une racine primitive de l'équivalence.

$$(2) \qquad x^n \equiv 1 \ (\text{mod. } p)$$

lorsque ρ^n sera la plus petite puissance de ρ qui se réduise à l'unité, et r^n la plus petite puissance de r équivalente à l'unité suivant le module p.

Cela posé, désignons par θ une racine primitive de l'équation

$$(3) \qquad x^p = 1.$$

et par t une racine primitive de l'équivalence

$$(4) \qquad x^{p-1} \equiv 1 \ (\text{mod. } p).$$

t sera ce qu'on nomme une racine primitive du nombre p. Ajoutons que si l'équivalence (2) admet des racines primitives r, $p-1$ sera divisé par n, et si l'on fait

(5) $$p-1=n\varpi,$$

on pourra prendre

(6) $$r=t^{\varpi}$$

Représentons d'ailleurs par h, k deux nombres entiers quelconques : enfin soit

(7) $$\Theta=\theta+\rho\,\theta^{t}+\rho^{2}\,\theta^{t^{2}}+\ldots+\rho^{p-2}\,\theta^{t^{p-2}}$$

et plus généralement.

(8) $$\Theta_h=\theta+\rho^{h}\,\theta^{t}+\rho^{2h}\,\theta^{t^{2}}+\ldots+\rho^{(p-2)h}\,\theta^{t^{p-2}}$$

de sorte qu'on ait $\Theta_1=\Theta$ et $\Theta_0=-1$. Les expressions de la forme $\Theta_h\Theta_k$ jouiront de propriétés remarquables que nous allons faire connaître.

Si d'abord on suppose $h+k$ divisible par n on aura

(9) $$\Theta_h\,\Theta_k=(-1)^{\varpi h}p=(-1)^{\varpi k}\,p.$$

On trouvera, par exemple, en prenant $k=-h$

(10) $$\Theta_h\,\Theta_{-h}=(-1)^{\varpi h}\,p.$$

Si $h+k$ n'est pas divisible par n, on cherchera les plus petits nombres i et j propres à vérifier les formules

(11) $$m\,h\equiv i\,(\text{mod. } n)\qquad m\,k\equiv j\,(\text{mod. } n)$$

m désignant un quelconque des nombres entiers 0, 1, 2, 3,... $n-1$; puis on représentera par P_m une quantité nulle ou égale au coefficient de $x^{(n-i)\varpi}$ dans le développement de $(1+x)^{(2n-i-j)\varpi}$, suivant que la somme $i+j$ sera comprise entre zéro et n, ou entre n et $2n$, en sorte qu'on aura dans le premier cas

(12) $$P_m=0$$

et dans le second cas,

(13) $$P_m=\frac{1.2.3\ldots((2n-i-j)\varpi)}{1.2.3\ldots((n-i)\varpi)\times 1.2.3\ldots((n-j)\varpi)}$$

ajoutons que l'on devra prendre

(14) $$P_m=2\qquad \text{si } i+j=n\,;$$

(15) $$\text{et } P_m=(-1)^{m\varpi k}=(-1)^{m\varpi h}$$

si la somme $i+j$ s'évanouit avec i et j. Cela posé, on trouvera

(16) $$\Theta_h\,\Theta_k=(a_0+a_1\,\rho+a_2\,\rho^{2}+\ldots\ldots+a_{n-1}\rho^{n-1})\,\Theta_{h+k}$$

$a_0, a_1, a_2 \ldots a_{n-1}$ désignant des nombres entiers inférieurs à p, qui vérifieront l'équation

$$(17) \qquad a_0 + a_1 + a_2 + \ldots\ldots + a_{n-1} = p - 2$$

et pourront être complètement déterminés à l'aide de la formule

$$(18)\ a_m \equiv (2 + P_{n-1} r^m + P_{n-2} r^{2m} + \ldots + P_{n-1} r^{(n-1)m}) \varpi (\text{mod}$$

Soit d'ailleurs ω le plus petit nombre qui soit en même temps divisible par le plus grand commun diviseur de h et de n, par le plus grand commun diviseur de r et de n, enfin par le plus grand commun diviseur de $h+k$ et de n. L'équation (1) pourra être remplacée par le système des deux suivantes.

$$(19)\ x^\omega = 1 \qquad (20)\ x^{n-\omega} + x^{n-2\omega} + \ldots + x^{2\omega} + x^\omega + 1 = 0.$$

et l'on aura 1°

$$(21) \quad p = (a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{n-1} x^{n-1})(a_0 + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a$$

pour toutes les valeurs de x propres à vérifier l'équation (20), ou, ce qui revient au même, pour toutes les valeurs de x qui satisferont à l'équation (1) sans vérifier aucune des trois suivantes

$$(22)\ x^h = 1, \qquad (23)\ x^k = 1, \qquad (24)\ x^{h+k} = 1,$$

2°

$$(25) \qquad a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{n-1} = p - 2,$$

ou

$$(26) \qquad a_0 + a_1 + a_2 x^2 + \ldots + a_{n-1} = \pm 1,$$

pour les valeurs de x qui vérifieront avec l'équation (1) l'une des équations (22), (23), (24), et par conséquent l'équation (19). De plus, il faudra choisir la formule (25), si la valeur de x est propre à vérifier les trois équations (22), (23), (24). Mais si la valeur de x vérifie avec la formule (1) une seule de ces trois équations, il faudra choisir la formule (26); et alors, en posant $x = \rho^m$, on devra réduire le second membre de la formule (26) à -1 ou à $+1$, suivant que le produit $mk\varpi \times mh\varpi$ sera pair ou impair.

Dans le cas où l'on prend $h=1$, $k=1$; on a $i=j=m$, $i+j=2m$, et l'on tire de la formule (13) en supposant m supérieur à $\frac{n}{2}$

$$(27) \qquad P_m = \frac{1.2.3\ldots(2n-2m)\varpi}{\{1.2.3\ldots(n-m)\varpi\}^2} = \Pi_{n-m}$$

Π_m désignant le terme moyen du développement du binome.

$$(28) \qquad (1+1)^{2m\varpi}$$

Alors aussi en supposant n pair et $m=\frac{n}{2}$, on tire de la formule (15)

(29) $$\Pi_{\frac{n}{2}}=(-1)^{\frac{n\varpi}{2}}=(-1)^{\frac{p-1}{2}}.$$

Cela posé, on conclura de la formule (18), 1° pour des valeurs impaires de n

(30) $$a_n\equiv\left(2+\Pi_1 r^m+\Pi_2 r^{2m}+\ldots+\Pi_{\frac{n-1}{2}} r^{\frac{n-1}{2}m}\right)\varpi \pmod{p},$$

2°, pour des valeurs paires de n

$$\equiv\left(2+\Pi_1 r^m+\Pi_2 r^{2m}+\ldots+\Pi_{\frac{n}{2}-1} r^{\left(\frac{n}{2}-1\right)m}+(-1)^{\frac{p-1}{2}} r^{\frac{n}{2}m}\right)\varpi \pmod{p},$$

Lorsque ω se réduit à l'unité, ce qui arrive par exemple dans le cas où, n étant impair, on prend $h=1$, $k=1$, la formule (21) subsiste pour toutes les valeurs de x propres à vérifier l'équation

(32) $$x^{n-1}+x^{n-2}+\ldots\ldots+x+1=0.$$

et l'on en conclut

(33) $$(n-1)p=(a_0-a_1)^2+(a_0-a_2)^2+\ldots\ldots+(a_0-a_{n-1})^2+$$
$$(a_1-a_2)^2+\ldots\ldots+(a_1-a_{n-1})^2+\ldots\ldots+(a_{n-2}-a_{n-1})^2.$$

Donc alors le produit $(n-1)p$ est la somme des carrés des différences entre les nombres

(34) $$a_0,\ a_1,\ a_2\ \ldots\ldots\ a_{n-1}$$

combinés deux à deux de toutes les manières possibles. Lorsque ω cesse de se réduire à l'unité, on tire des équations (20) et (21) qui doivent subsister simultanément.

(35) $$\left(\frac{n}{\omega}-1\right)p=(a_0-a_\omega)^2+(a_0-a_{2\omega})^2+\ldots+(a_\omega-a_{n-\omega})^2+$$
$$(a_1-a_{\omega+1})^2+\text{etc}\ldots;$$

et par conséquent le produit $\left(\frac{n}{\omega}-1\right)p$ est la somme des carrés des différences entre les termes de la suite (34) combinés deux à deux, de manière que chaque combinaison renferme deux termes dont les rangs divisés par ω donnent le même reste. Alors aussi on trouve, en supposant n divisible par $2\,\omega$,

(36) $$\left(\frac{n}{2\,\omega}-1\right)p=(a_0-a_{2\omega})^2+(a_0-a_{4\omega})^2+\ldots+(a_1-a_{2\omega+1})^2+\ldots,$$

en supposant n divisible par $3\,\omega$

(37) $\left(\frac{n}{3\omega}-1\right)p=(a_0-a_{3\omega})^2+(a_0-a_{6\omega})^2+\ldots+(a_1-a_{3\omega+1})^2+\text{etc}\ldots$

en supposant n divisible par 4ω

(38) $\left(\frac{n}{4\omega}-1\right)p=(a_0-a_{4\omega})^2+(a_0-a_{8\omega})^2+\ldots+(a_1-a_{4\omega+1})^2+\text{etc}\ldots$

et ainsi de suite.

Pour montrer l'utilité des formules ci-dessus établies, supposons d'abord $n=3$, $p=3\varpi+1$, alors en prenant $h=1$, $k=2$, puis $m=0$, $m=1$, $m=2$, — on tirera de la formule (30)

(39) $$\begin{cases} a_0 \equiv (2+\Pi)\varpi, \ (\text{mod.}\ p) \\ a_1 \equiv (2+\Pi r)\varpi \\ a_2 \equiv (2+\Pi r^2)\varpi \end{cases}$$

r désignant une racine primitive de l'équation

(40) $$x^3 \equiv 1 \ (\text{mod.}\ p)$$

en sorte qu'on ait

(41) $$1+r+r^2 \equiv (\text{mod.}\ p)$$

et la valeur de Π étant

(42) $$\Pi = \frac{1.2.3\ldots 2\varpi}{(1.2.3\ldots\varpi)^2}$$

De plus on tirera de la formule (33)

(43) $$2p=(a_0-a_1)^2+(a^0-a_2)^2+(a_1-a_2)^2,$$

de l'équation (17)

(44) $$a_0+a_1+a_2=p-2,$$

et des formules (39)

$$(a_1-a_2)^2=\Pi^2(r^2-r)^2\varpi^2\equiv-3\Pi^2\varpi^2, \ (\text{mod.}\ p).$$

ou plus simplement

(45) $$(a_1-a_2)^2\equiv\Pi^2\varpi \ (\text{mod.}\ p).$$

Or, après avoir déterminé a_0 à l'aide de la formule

(46) $$a_0 \equiv (2+\Pi)\varpi \ (\text{mod.}\ p)$$

on calculera immédiatement a_1+a_2 à l'aide de l'équation (44) et $(a_1-a_2)^2$ à l'aide de la formule (45), en observant que $(a_1-a_2)^2$ doit être inférieur à $2p$, et encore pair ou impair en même temps que a_1+a_2. Connaissant a_1+a_2 et $(a_1-a_2)^2$ on en déduira deux systèmes de valeurs de a_1 et a_2.

Les valeurs de a_0 a_1 a_2 étant connues et l'un de ces nombres devant être impair en vertu de la formule (44), il suffira pour résoudre en nombres entiers l'équation indéterminée

(47) $$x^2+3y^2=p$$

de poser 1° si a_0 est impair

$$(48) \qquad x = a_0 - \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) \quad y = \pm \frac{a_1 - a_2}{2}$$

2° si a_1 est impair

$$(49) \qquad x = a_1 - \frac{a_2 + a_0}{2} \quad y = \pm \frac{a_2 - a_0}{2}$$

3° si a_2 est impair

$$(50) \qquad x = a_2 - \frac{a_0 + a_1}{2} \quad y = \pm \frac{a_0 - a_1}{2}$$

En effet, chacun de ces trois systèmes de valeur de x et de y réduira la formule (16) à la formule (43). Ajoutons que les racines primitives r et r^2 de l'équation (40) se déduiront immédiatement des formules (39) ou, ce qui revient au même, des suivantes :

$$(51) \qquad r \equiv -\frac{3a_1 + 2}{\Pi}, \quad r^2 \equiv -\frac{3a_2 + 2}{\Pi} \text{(mod. } p\text{)}.$$

Observons enfin que la formule (47) donnera

$$\left(\frac{x}{y}\right)^2 + 3 \equiv 0 \text{ (mod. } p\text{)}$$

par suite on résoudra l'équivalence

$$(52) \qquad z^2 \equiv -3 \quad \text{(mod. } p\text{)}$$

en prenant

$$(53) \qquad z \equiv \pm \frac{2a_0 - a_1 - a_2}{a_1 - a_2} \qquad \text{(mod. } p\text{)}.$$

Pour appliquer à un exemple particulier les règles que nous venons d'établir, supposons $p = 31$, on trouvera

$$\varpi = 10, \Pi \equiv -4 \text{(mod. 31)}, a_0 \equiv (2+\Pi)\varpi \equiv -20 = 11$$

a_0 [illegible], $a_1 + a_2 = 29 - 11 = 18$, $(a_1 - a_2)^2 = \Pi^2 \varpi \equiv 160 \equiv 5$ et comme le carré $(a_1 + a_2)^2$ devra être non seulement pair, ainsi que $a_1 + a_2$, mais encore renfermé entre les limites o et $4p$, ce carré se réduira nécessairement à celui des nombres

$$5, \; p + 5 = 36$$

qui est pair, c'est-à-dire, à 36. On aura donc

$$(a_1 - a_2)^2 = 36, \; a_1 - a_2 = \pm 6.$$

Si, pour fixer les idées, on prend $a_1 - a_2 = 6$, on trouvera

$$a_0 = 11, \; a_1 = 12, \; a_2 = 6;$$

et les formules (48), (51), (52) donneront

$$x = 2, \quad y = 3$$

$$r \equiv 25; \quad r^2 \equiv 5 \quad \text{(mod. } p\text{)}$$

$$z \equiv \pm \tfrac{2}{3} \equiv \mp 20 \equiv \pm 11$$

effectivement on aura

$$31 = 2^2 + 3 . 3^2 .$$

De plus 5 et 25 sont les deux racines primitives de l'équivalence

$$x^3 \equiv 1 \quad (\text{mod. } 32)$$

et 11, 20 sont les 2 racines de la suivante

$$z^2 \equiv -3 \quad (\text{mod. } 32)$$

Supposons encore $n = 4, p = 4\varpi + 1$. Alors en prenant $h = 1$ $k = 1$, on tirera de la formule (31)

(54) $$\begin{cases} a_0 \equiv (3 + \Pi)\varpi \\ a_1 \equiv (1 + \Pi r)\varpi \\ a_2 \equiv (3 + \Pi r^2)\varpi \\ a_3 \equiv (3 + \Pi r^3)\varpi \end{cases}$$

r désignant une racine primitive de l'équivalence

(55) $$x^4 \equiv 1 \quad (\text{mod.} p)$$

en sorte qu'on aura nécessairement

(56) $$r^2 \equiv -1 \quad (\text{mod.} p)$$

et la valeur de Π étant toujours

(57) $$\Pi = \frac{1.2.3....2\varpi}{(1.2.3...\varpi)^2}$$

De plus les formules (54) se réduiront en vertu de l'équivalence (56) à

(58) $$\begin{cases} a_0 \equiv (3 + \Pi)\varpi, \\ a_1 \equiv (1 + \Pi r)\varpi, \\ a_2 \equiv (3 - \Pi)\varpi, \\ a_3 \equiv (1 + \Pi r)\varpi, \end{cases}$$

et comme le plus grand commun diviseur ω de $n = 4$ et de $h + k = 2$ sera lui-même égal à 2, on tirera de la formule (35)

(59) $$p = (a_0 - a_2)^2 + (a_1 - a_3)^2$$

on aura d'ailleurs en vertu des équations (17) et (24)

(60) $$\begin{cases} a_0 + a_1 + a_2 + a_3 = p - 2 \\ a_0 - a_1 + a_2 - a_3 = -1 \end{cases}$$

et par suite

(61) $$a_0 + a_2 = \frac{p-3}{2}, \quad a_1 - a_3 = \frac{p-1}{2},$$

enfin on tirera des formules (58)

(62) $$a_0 - a_1 \equiv 2\Pi\varpi, \quad a_1 - a_3 \equiv 2\Pi r\varpi \quad (\text{mod.} p)$$

(63) $$(a_1 - a_3)^2 \equiv -4\Pi^2\varpi^2 \equiv \Pi^2\varpi$$

La première des formules (62) suffira pour déterminer la différence $a_0 - a_2$ qui doit être impaire, ainsi que $a_0 - a_2 = \frac{p-3}{3}$

$= 2\varpi - 1$ et de plus inférieure à p, abstraction faite du signe; de même la formule (63) suffira pour déterminer le carré $(a_1 - a_3)^2$ qui devra être pair ainsi que $a_1 + a_3 = 2\varpi$ et inférieur à p. Cela posé, on tirera évidemment des formules (61), (62), (63) une seule valeur de a_0, une seule de a_2 et deux systèmes de valeurs de a_1, a_3 qui ne différeront que par l'échange de a_1 en a_3 et de a_3 en a_1. Les valeurs de a_0, a_1, a_2, a_3 étant connues, on résoudra l'équation indéterminée

(64) $$p = x^2 + y^2$$

en prenant

(65) $$x \equiv \pm(a_0 - a_2) \quad y \equiv \pm(a_1 - a_3) \ (\text{mod.}\, p).$$

Il est bon d'observer que la 1[e] des formules (65) donnera pour x un nombre impair inférieur à p, et pourra être remplacée par la suivante

$$x \equiv \pm 2\Pi\varpi \equiv \pm \tfrac{1}{2}\Pi \quad (\text{mod.}\, p)$$

ajoutons que les racines primitives r et $-r$ de l'équivalence (4) seront en vertu des formules (58 et (62)

(67) $$r \equiv -\frac{4a_1 + 1}{\Pi}, \ -r \equiv -\frac{4a_3 + 1}{\Pi} \quad (\text{mod.}\, p)$$

ou bien en vertu des formules (62)

(68) $$\pm r = \pm \frac{a_1 - a_3}{a_0 - a_2}$$

Exemple. Si l'on prend $p = 41$, on trouvera

$\varpi = 10$ $\Pi \equiv 10 (\text{mod.}31)$, $\frac{1}{2}\Pi \equiv 5$, $a_0 - a_2 \equiv -\frac{1}{2}\Pi = -5$
$a_0 + a_2 = 19$, $a_0 - a_2 = -5$ $a_0 = 7$ $a_1 = 12$ $a_2 = 12$
$a_1 + a_3 = 20$ $(a_1 - a_3)^2 \equiv \Pi^2\varpi \equiv 16$ $(a_1 - a_3)^2 = 16$ $a_1 - a_3 = \pm 4$.
Si pour fixer les idées, on prend $a_1 - a_3 = 4$ on trouvera

$$a_0 = 7, \quad a_1 = 12, \quad a_2 = 12, \quad a_3 = 8$$

et les formules (65), (67) donneront

$$x = \pm 5 \qquad y = \pm 4$$

$$r \equiv -\frac{49}{10} \equiv 4 \cdot 49 \equiv 32, \ -r \equiv -\frac{33}{10} \equiv 4 \cdot 33 \equiv 9$$

effectivement on aura

$$41 = 5^2 + 4^2$$

et 9, 32 sont les 2 racines primitives de l'équivalence

$$x^4 \equiv 1 \ (\text{mod.}\ 41).$$

§ 3. *Nouvelles formules déduites des principes exposés dans le second paragraphe.*

Adoptons les mêmes notations que dans le second paragraphe, et faisons

(1) $$\Theta_h\,\Theta_k = R_{h,k}\,\Theta_{h+k}$$
on aura, en vertu des formules (9), (16) du 2^d §, 1° en supposant $h+k$ divisible par n

(2) $$R_{h,k} = -(-1)^{\varpi h}\,p = -(-1)^{\varpi k}\,p.,$$
2° en supposant $h+k$ non divisible par n

(3) $$R_{h,k} = a_0 + a_1\,\rho + a_2\,\rho^2 + - + a_{n-1}\,\rho^{n-1},$$
a_0, a_1 .. a_{n-1} désignant des nombres entiers inférieurs à $p-1$, qui pourront être calculés à l'aide de la formule (18). Or il existera entre les diverses valeurs de $R_{h,k} = R_{k,h}$ correspondantes aux diverses valeurs de h et de k des relations que nous allons indiquer. En supposant $h=1$ et prenant pour k un des nombres entiers 1, 2, 3... $n-1$, on tire de la formule (1)

(4) $$R_{1,1} = \frac{\Theta_1^2}{\Theta_2},\ R_{1,2} = \frac{\Theta_1\Theta_2}{\Theta_3},\ R_{1,3} = \frac{\Theta_1\Theta_3}{\Theta_4},\ \text{etc}\ldots\ R_{1,n-2} = \frac{\Theta_1\Theta_{n-2}}{\Theta_{n-1}}$$
par suite m étant un quelconque des nombres entiers 1.2.3... $n-1$ on trouvera

(5) $$\frac{\Theta_1^m}{\Theta_m} = R_{1,1}\,.\,R_{1,2}\,\ldots\ldots\,R_{1,m-1} = S_m$$
S_m désignant un polynome qui sera de même forme que $R_{h,k}$; puis on en conclura

(6) $$\frac{\Theta_h\,\Theta_k}{\Theta_{h+k}} = \frac{R_{1,1}R_{1,2}\ldots R_{1,h+k-1}}{(R_{1,1}R_{1,2}\ldots R_{1,h-1})(R_{1,1}\,.\,R_{1,2}\ldots R_{1,k-1})} = \frac{S_{h+k}}{S_h\,S_k}$$
ou, ce qui revient au même

(7) $$R_{h,k} = \frac{R_{1,1}R_{1,2}\ldots R_{1,h+k-1}}{(R_{1,1}R_{1,2}\ldots R_{1,h-1})(R_{1,1}R_{1,2}\ldots R_{1,k-1})} = \frac{S_{h+k}}{S_h\,S_k}.$$
Cette dernière équation fournit le moyen de calculer la valeur de $R_{h,k}$ lorsqu'on connaît celle des expressions

(8) $$R_{1,1}\quad R_{1,2}\ \ldots\ldots\ R_{1,n-1}$$
Il y a plus, on tirera des formules (2) et (7), en posant $k=n-h$

(9) $$-S_n = (-1)^{\varpi k}\,p\,S_h\,S_{n-h}$$
on trouvera d'ailleurs $S_1 = 1$.

On aura donc, 1° en supposant n pair

$$(10)\ -\frac{1}{p}S_n = (-1)^{\varpi}S_{n-1} = S_2S_{n-2} = (-1)^{\varpi}S_3S_{n-3}\ldots = (-1)^{\frac{\varpi n}{2}}S_{\frac{n}{2}}^2,$$

2° En supposant n impair

$$(11)\ -\frac{1}{p}S_n = (-1)^{\varpi}S_{n-1} = S_2S_{n-2} = (-1)^{\varpi}S_3S_{n-3}\ldots = (-1)^{\varpi\left(\frac{n-1}{2}\right)}S_{\frac{n-1}{2}}$$

Or les formules (10) et (11) fourniront le moyen de calculer tous les termes de la suite

(12) $S_2 \quad S_3 \ldots\ldots \quad S_{n-3} \quad S_{n-2} \quad S_{n-1}$

lorsqu'on connaîtra ceux dont l'indice est inférieur à $\frac{n}{2}+1$, et par conséquent tous les termes de la suite

(13) $R_{1,1},\ R_{1,2},\ R_{1,3} \ldots\ldots\ldots R_{1,n-3},\ R_{1,n-2},\ R_{1,n-1}.$

lorsqu'on connaîtra ceux dont le second indice est inférieur à $\frac{n}{2}$, attendu que l'on a généralement

(14) $$R_{1,m} = \frac{S_{m+1}}{S_m}$$

alors aussi on pourra déterminer la valeur de $R_{h,k}$.

Exemples : supposons d'abord $n = 2$. On trouvera

(15) $$\frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_{1,1} = S_2 = (-1)^{\varpi} p, \quad \theta_1^2 = (-1)^{\varpi} p.$$

Supposons en second lieu $n = 3$, on trouvera

$$\frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_{1,1} = S_2,\ \frac{\theta_1^3}{\theta_3} = R_{1,1}\ R_{1,2} = S_3$$

$$-\frac{1}{p}S_3 = (-1)^{\varpi} S_1\ S_2 = (-1)^{\varpi} S_2 = S_2$$

$$-R_{1,2} = (-1)^{\varpi} p = p,$$

attendu que $\varpi = \frac{p-1}{3}$ sera un nombre pair. On aura donc

(16) $$\frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_{1,1} \quad \frac{\theta_1^3}{\theta_3} = -R_{1,1}\,p, \quad \theta_1^3 = R_{1,1}\,p.$$

Supposons encore $n = 4$, on trouvera $\varpi = \frac{p-1}{4}$,

$$S_2 = R_{1,1},\ \frac{1}{p}S_4 = (-1)^{\varpi} S_3 = S_2^2.$$

On aura donc

$$S_2 = R_{1,1}\ S_3 = (-1)^{\varpi} R_{1,1}^2\ S_4 = p\ R_{1,1}$$

(17) $$\frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_{1,1} \frac{\theta_1^3}{\theta_3} = (-1)^{\varpi} R^2_{1,1} \quad \frac{\theta_1^4}{\theta_4} = -pR^2_{1,1}\ \theta_1^4 = pR^2_{1,1}.$$

Supposons encore $n = 5$ on trouvera $\varpi = \frac{p-1}{5}$, $(-1)^{\varpi} = 1$.

$$S_2 = R_{1,1} \quad S_3 = R_{1,1}\,R_{1,2} \quad -\frac{1}{p}S_5 = S_4 = S_2\ S_3$$

$S_2 = R_{1,1} \quad S_3 = R_{1,1}\, R_{1,2} \quad S_4 = R^2_{1,1} \quad S_5 = -p\, R^2_{1,1}\, R_{1,2}$

(18) $\frac{\Theta_1^2}{\Theta_2} = R_{1,1}\, \frac{\Theta_1^3}{\Theta_3} = R_{1,1}\, R_{1,2}\, \frac{\Theta_1^4}{\Theta_4} = R_{1,1}^2 R_{1,2}\, \Theta_1^5 = p\, R_{1,1}^2 R_{1,2}.$

Supposons ensuite $n = 6$, on trouvera $\varpi = \frac{p-1}{6}$,

$$-\frac{1}{p} S_6 = (-1)^{\varpi} S_5 = S_2\, S_4 = (-1)^{\varpi} S_3^2$$

$$S_2 = R_{1,1} \quad S_3 = R_{1,1}\, R_{1,2} \quad S_4 = (-1)^{\varpi} \frac{S_3^2}{S_2} = (-1)^{\varpi} R_{1,1}\, R^2_{1,2}$$

$$S_5 = R^2_{1,1}\, R^2_{1,2}, \quad -S_6 = (-1)^{\varpi} p\, R^2_{1,1}\, R^2_{1,3}$$

et par suite

(19) $\frac{\Theta_1^2}{\Theta_2} = R_{1,1}, \frac{\Theta_1^3}{\Theta_3} = R_{1,1} R_{1,2}, \frac{\Theta_1^4}{\Theta_4} = (-1)^{\varpi} R_{1,1} R_{1,2}^2, \frac{\Theta_1^5}{\Theta_5} = R^2_{1,1}\, R$

(20) $\Theta_1^6 = (-1)^{\varpi} p\, R^2_{1,1} \times \quad {}_{1,2}$

etc.

On peut encore trouver des relations dignes de remarque, même entre les termes de la série (13) dont le second indice est inférieur à $\frac{n}{2}$. Pour le faire voir, supposons par exemple, $n=5$. Alors on aura

(21) $\frac{\Theta_1^2}{\Theta_2} = R_{1,1} = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + a_3\rho^3 + a_4\rho^4$

ρ étant une racine primitive de l'équation

(22) $x^5 = 1$

puis ou conclura de la formule (21) en remplaçant ρ par ρ^2

(23) $\frac{\Theta_2^2}{\Theta_2} = a_0 + a_1\rho^2 + a_3\rho^4 + a_3\rho + a_4\rho^3$

et par conséquent

(24) $\frac{\Theta_1^4}{\Theta_4} = R^2_{1,1}(a_0 + a_1\rho^2 + a_2\rho^4 + a_3\rho + a_4\rho^2) = R^2_{1,1}\, R_{1,2}$

donc

(25) $R_{1,2} = a_0 + a_1\rho^2 + a_1\rho^4 + a_3\rho + a_4\rho^3$

Ainsi pour obtenir $R_{1,2}$ il suffira de remplacer ρ par ρ^2 dans le polynome désigné par $R_{1,1}$. De même en supposant $n = 6$ et

$$R_{1,1} = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + a_3\rho^3 + a_4\rho^4 + a_5\rho^5,$$

on tirera des formules (19)

(26) $(-1)^{\varpi} R^2_{1,2} = (a_0+a_1\rho+a_2\rho^2+a_3\rho^3+a_4\rho^4+a_5\rho^5)(a_0+a_1\rho^2+a_2\rho^4+a_3+a_4\rho^2+$

$= (a_0 - a_3 + \{a_1 - a_4\}\rho + \{a_2 - a_5\}\rho^2)(a_0 + a_3 + \{a_1 + a_4\}\rho^2 + \{a_2 + a$

etc.

Si pour abréger on écrit R_1 au lieu de $R_{1,1}$, et si l'on désigne généralement par R_m ce que devient R_1 quand on y remplace ρ par ρ^m, on trouvera pour une valeur quelconque de m

$$(27) \qquad \frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_1 \qquad \frac{\theta_2^2}{\theta_4} = R_2 \qquad \frac{\theta_4^2}{\theta_8} = R_4$$

et par suite

$$(28) \qquad \frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_1, \quad \frac{\theta_1^4}{\theta_4} = R_1^2 R_2, \quad \frac{\theta_1^8}{\theta_8} = R_1^4 R_2^2 R_4, \text{ etc.}$$

On aura d'ailleurs généralement, 1°

$$(29) \qquad \theta_m = \theta_{m+n} = \theta_{2m+n}, \text{ etc.} \qquad \theta_0 = \theta_n = \text{etc.} = -1$$

2°

$$(30) \qquad R_m R_{n-m} = p,$$

lorsque m diffère de $\frac{n}{2}$; enfin si n est pair, on devra dans la série des formules (27) et (28) remplacer $-\rho_{\frac{n}{2}}$ par $(-1)^{\varpi} p = (-1)^{\frac{p-1}{n}} . p$, cela posé on trouvera pour $n = 2$, $\frac{\theta_1^2}{\theta_2} = R_1$

$$(31) \qquad \theta_1^2 = R_1 = (-1)^{\frac{p-1}{2}} p .$$

pour $n = 3$, $\frac{\theta_1^4}{\theta_4} = \frac{\theta_1^4}{\theta_1} = R_1^2 R_2 = p R_1$

$$(32) \qquad \theta_1^3 = p R_1$$

pour $n = 4$, $\frac{\theta_1^4}{\theta_4} = R_1^2 R_2 = p R_1^2$

$$(33) \qquad \theta_1^4 = p R_1^2$$

pour $n = 5$, $\frac{\theta_1^4}{\theta_4} = \frac{\theta_1^5}{\theta_1 \theta_4} = R_1^2 R_2$

$$(34) \qquad \theta_1^5 = p R_1^2 R_2$$

pour $n = 6$, $\frac{\theta_1^2 \theta_1^4}{\theta_2 \theta_4} = R_1^3 R_2$

$$(35) \qquad \theta_1^6 = p R_1^3 R_2$$

etc....

Dans ces diverses formules, on a

$$(36)\begin{cases} R_1 = a_0 + a_1\rho + \ldots + a_{n-1}\rho^{n-1} = R_{1,1} \\ R_m = a_0 + a_1\rho^m + \ldots + a_{n-1}\rho^{(n-1)m} \text{ lorsque } m \text{ diffère de } \frac{n}{2} \\ \text{et } R_{\frac{n}{2}} = (-1)^{\frac{\varpi-1}{2}} p \end{cases}$$

En général, si $n = 2^l + 1$ on trouvera

$$(37)\quad \Theta_1^n = (-1)^{\frac{p-1}{n}} R_1^{2^{l-1}} R_2^{2^{l-2}} \ldots R_{2^{l-1}} p = R_1^{2^{l-1}} R_2^{2^{l-}} \ldots R_{2^{l-1}} p$$

ou, ce qui revient au même,

$$(38)\qquad \Theta_1^n = R_1^{\frac{n-1}{n}} R_2^{\frac{n-1}{4}} R_4^{\frac{n-1}{8}} \ldots\ldots R_{\frac{n-1}{2}} p\,.\,;$$

et si $n = 2^l$ on trouvera

$$(39)\qquad \Theta_1^n = (-1)^{\frac{p-1}{2}} R_1^{\frac{n}{2}} R_2^{\frac{n}{4}} \ldots\ldots R^2_{\frac{n}{4}} p\,.$$

Convenons à présent que l'on désigne par la notation

$$(40)\qquad \left[\frac{k}{p}\right]$$

une expression équivalente à

$$(41)\qquad 0 \text{ ou } 1 \text{ ou } \rho \text{ ou } \rho^2 \text{ ou } \rho^3 \ldots\ldots \text{ ou } \rho^{n-1}$$

suivant que l'on aura

$$(42)\qquad k^{\varpi} \equiv 0 \text{ ou } 1 \text{ ou } \rho \text{ ou } \rho^2 \ldots\ldots \text{ ou } \rho^{n-1} \pmod{p}.$$

Alors, en supposant k non divisible par p, on trouvera

$$(43)\quad \theta^k + \rho^k\theta^{kt} + \rho^{2h}\theta^{kt^2} + \rho^{(p-2)h}\theta^{kt^{p-2}} = \frac{\Theta_h}{\left[\frac{k}{p}\right]^h} = \left[\frac{k}{p}\right]^{n-h} \Theta_h$$

Puis en désignant par q un nombre premier impair différent de p, et supposant $n = 2$, on trouvera

$$(44)\quad \theta^q + \rho^q\theta^{qt} + \ldots\ldots + \rho^{(p-2)q}\theta^{qt^{p-2}} = \frac{\Theta_q}{\left[\frac{q}{p}\right]^q} = \left[\frac{q}{p}\right] \Theta_q\,.$$

D'ailleurs si l'on élève à la puissance q les deux membres de la formule

$$(45)\qquad \Theta_1 = \theta + \rho\,\theta^t + \rho^2\theta^{t^2} + \rho^{p-2}\theta^{t^{p-2}},$$

on en conclura

(46) $$\Theta_1^q = \theta^q + \rho^q\,\theta^{q'} + \text{etc.} = \left\{ \left[\frac{q}{p}\right] + q\,Q \right\} \Theta_q$$

Q étant de la forme $c_0 + c_1\,\rho = c_0 - c_1$, $c_0\ c_1$ étant des nombres entiers. On aura donc par suite

(47) $$\frac{\Theta_1^q}{\Theta_q} = \left[\frac{q}{k}\right] + q\,Q = \Theta_1^{q-1};$$

puis on en conclura en ayant égard à la formule (31) de laquelle on tire $\Theta_1^{q-1} = (-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}\,p^{\frac{q-1}{2}}\,\theta^q$

(48) $$(-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}\,p^{\frac{q-1}{2}} = \left[\frac{q}{p}\right] + q\,Q$$

et par conséquent

(49) $$\left[\frac{q}{p}\right] \equiv (-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}\,p^{\frac{q-1}{2}} \quad (\text{mod. } q)$$

ou, ce qui revient au même,

(50) $$\left[\frac{q}{p}\right] \equiv (-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}} \left[\frac{p}{q}\right]$$

Telle est la loi de réciprocité qui sert de base à la théorie des résidus quadratiques.

Concevons maintenant que l'on attribue à n une valeur quelconque et soit Q un polynome de la forme

$$c_0 + c_1\,\rho + c_2\,\rho^2 + \ldots\ldots + c_{n-1}\,\rho^{n-1}$$

c_0, c_1 ... c_{n-1} étant des nombres entiers, on trouvera au lieu de la formule (46)

(51) $$\Theta_1^q = \left\{ \left[\frac{q}{p}\right]^{-q} + q\,Q \right\} \Theta_q$$

D'ailleurs les formules (38) (39), etc., donneront.

(52) $$\Theta_1^n = p\,R$$

R désignant un polynome de même forme que Q. Cela posé, nommons χ le quotient de q par n et ς le reste, de sorte qu'on ait

(53) $$q = n\,\chi + \varsigma$$

on tirera de la formule (5) en écrivant S au lieu de S_ς

(54) $$\Theta_1^\varsigma = S\,\Theta_\varsigma,$$

et de la formule (52)

(55) $$\Theta_1^{n\chi} = p^\chi\,R^\chi = p^{\frac{q-\varsigma}{n}}\,R^{\frac{q-\varsigma}{n}}$$

enfin l'on aura

(56) $\Theta_q = \Theta_\varsigma$

donc l'équation (51) donnera

(57) $p^{\frac{q-\varsigma}{n}} R^{\frac{q-\varsigma}{n}} S = \left[\frac{q}{p}\right]^{-q} + qQ = \left[\frac{q}{p}\right]^{-\varsigma} + qQ.$

Si l'on pose pour abréger

(58) $R^{\frac{q-\varsigma}{n}} S = b_0 + b_1\rho + b_2\rho^2 + \ldots + b_{n-1}\rho^{n-1}$

$b_0, b_1, \ldots b_{n-1}$ étant des nombres entiers, cette formule deviendra

(59) $p^{\frac{q-\varsigma}{n}} (b_0 + b_1\rho + \ldots + b_{n-1}\rho^{n-1}) = \left[\frac{q}{p}\right]^{n-\varsigma} + qQ.$

La formule (59) comprend la théorie des résidus cubiques, bi-quadratiques, etc., etc.

Supposons, pour fixer les idées, que n soit un nombre premier impair. La formule (59) dans laquelle $\left[\frac{q}{p}\right]^{n-\varsigma}$ représente une puissance de ρ continuera de subsister quand on y remplacera ρ par une quelconque des racines de l'équation

(60) $1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \ldots + \rho^{n-1} = 0.$

Par suite si l'on a

(61) $\left[\frac{q}{p}\right]^{n-\varsigma} = \rho^m$

m étant un des nombres 0, 1, 2, 3...n-1, la formule.

(62) $p^{\frac{q-\varsigma}{n}} \{(b_0 - b_m) + (b_1 - b_m)\rho + \ldots + (b_{n-1} - b_m)\rho^{n-1}\}$
$= 1 - \rho - \rho^2 - \ldots - \rho^{m-1} - \rho^{m+1} - \ldots - \rho^{n-1} + qQ$

produite par l'élimination de ρ^m entre les équations (59) et (60) devra offrir dans ses 2 membres les mêmes coefficiens pour les mêmes puissances de ρ. On aura donc par suite

(63) $p^{\frac{q-\varsigma}{n}} \{b_0 - b_m\} \equiv p^{\frac{q-\varsigma}{n}} \{b_1 - b_m\} \equiv \ldots \equiv p^{\frac{q-\varsigma}{n}} \{b_{n-1} - b_m\} \equiv 1$, (mod

L'équation (63) entraîne évidemment la suivante

(64) $b_0 \equiv b_1 \equiv \ldots \equiv b_{m-1} \equiv b_{m+1} \equiv \ldots \equiv b_{n-1}$ (mod. q).

Donc les nombres entiers

(65) $b_0, b_1, \ldots b_{n-1}$

sont équivalens entre eux et à b_0 suivant le module q; on de-

vra seulement excepter b_m qui ne sera pas équivalent aux autres, c'est-à-dire le coefficient de ρ^m.

Je développerai dans un autre mémoire les nombreuses conséquences des formules ci-dessus établies. Je me bornerai pour l'instant à remarquer que la valeur commune des $n - 1$ différences

$$b_0 - b_m, \; b_1 - b_m \ldots\ldots\ldots b_{n-1} - b_m$$

sera, en vertu de la formule (63), une racine de l'équivalence.

$$x^n \equiv p^{\varsigma - 1} \qquad (\text{mod. } q.)$$

J'observerai en finissant qu'ayant donné à M. Jacobi communication de mes formules, j'ai appris de cet habile géomètre qu'il était parvenu de son côté, et en s'appuyant sur les mêmes principes à des résultats du même genre. Il a donné quelques-uns de ses résultats, mais sans indiquer la méthode qui les lui avait fournis, dans le Tom. 2 du Journal de M. Crelle.

126. REMARQUES sur l'art. n° 5 du *Bulletin* de juillet 1829; par M***.

L'analyse des recherches de M. Cauchy sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques, insérée dans le *Bulletin* de juillet 1829, renferme quelques inexactitudes qu'il nous paraît important de rectifier. Nos observations serviront peut-être à mieux faire connaître une théorie digne de fixer l'attention des géomètres et des physiciens.

Après avoir rendu compte du premier des deux mémoires que renferment la 30e et la 31e livraisons des exercices, l'auteur de l'article dont il s'agit ajoute : «*M. Cauchy reprend la question sous une autre face, en considérant un corps comme un système de points matériels à distance. Mais, comme indépendamment de l'ignorance où nous sommes sur la loi des forces moléculaires, rien n'est connu sur les rapports de grandeur et de situation des molécules, il faut encore traverser, si j'ose ainsi dire, une nouvelle série d'hypothèses pour arriver à des formules de plus en plus traitables, et l'on peut choisir ces hypothèses de manière à reproduire les équations de M. Navier et toutes celles obtenues dans le mémoire précédent, en considérant les pressions et condensations dans une masse continue. L'auteur passe des sommes d'élémens discontinus aux intégrales prises entre zéro et l'infini, selon la méthode*

qui avait été employée sans contestation depuis Laplace, et que M. Poisson vient de trouver inexacte. » Nous avons quelques remarques à faire sur ce passage. Les équations d'équilibre ou de mouvement des corps élastiques, déduites des principes établis dans le mémoire dont il est ici question, ne sont pas moins traitables sous leur forme primitive, et lorsque l'élasticité varie d'une manière quelconque dans les diverses directions, que dans le cas très-particulier où l'élasticité du corps reste la même en tous sens. Seulement, les formules relatives à ce dernier cas renferment un grand nombre de coefficiens de cette espèce. Les coefficiens dont il s'agit sont au nombre de 21 (voy. la 42e livraison), si l'on ne conserve que ceux qui ne s'évanouissent pas lorsque, dans l'état naturel du corps, les molécules sont distribuées symétriquement sur des droites menées par l'une d'entre elles, de part et d'autre de cette dernière. (1). Les formules générales contiendront encore 15 coefficients (voy. la 37e livraison), si l'on admet, en outre, que la pression ou tension en un point quelconque devient nulle dans l'état naturel.

Mais la preuve que ces quinze coefficiens ne rendront pas les formules générales intraitables, c'est que M. Cauchy les a traitées effectivement dans les 37e, 38e et 39e livraisons, et qu'il est parvenu à en déduire les équations aux différences partielles qui déterminent les lois d'équilibre et de mouvement d'une plaque ou d'une verge extraite d'un corps solide dont l'élasticité varie d'une manière quelconque dans les diverses directions. On pourrait d'ailleurs étendre les calculs que M. Cauchy a développés au cas où l'on conserverait dans les formules générales 21 coefficiens constans, ou même tous ceux que renferme le second des mémoires inséré dans les livraisons 30 et 31. Au reste, si les équations d'équilibre ou de mouvement des corps élastiques renferment, dans le cas général, 15 coefficiens au moins à la place d'un seul qu'on y avait d'abord introduit, ce n'est pas la faute de M. Cauchy, et cela tient à la nature même de la question. Mais on ne saurait dire qu'il est indifférent de tenir compte de la variation d'élasticité d'un corps, quand on passe d'une direction à une autre; car les belles expériences de

(1) M. Cauchy indique dans les Exercices les raisons de négliger ordinairement les autres qui seraient au nombre de douze.

M. Savart ont fait connaître toute l'étendue et l'importance de ces variations.

La frayeur que les quinze coefficiens de M. Cauchy pourraient inspirer étant ainsi dissipée et les formules qui les renferment étant admises, on n'aura point *à traverser une série d'hypothèses* pour en déduire les équations de M. Navier; il suffira simplement de supposer que l'élasticité redevienne la même en tous sens. Or, il est remarquable que cette unique supposition réduira les 15 coefficiens à un seul, et les formules générales aux équations de M. Navier. Il ne faudra point, pour arriver à ces équations, transformer les intégrales aux différences finies en intégrales aux différences infiniment petites. On devra même s'en garder soigneusement, sous peine de voir tous les coefficiens s'évanouir..

Loin de passer des sommes d'élémens discontinus aux intégrales prises entre zéro et l'infini, M. Cauchy n'admet pas même avec M. Poisson qu'on doive réduire les sommes triples aux différences finies à des sommes simples et remplacer les sommes doubles relatives aux angles par des intégrales doubles. Il est vrai que l'auteur de l'article a pu apercevoir des intégrales prises entre zéro et l'infini dans le mémoire dont il s'agit, avant que M. Cauchy parlât des formules de M. Navier, mais il aurait dû remarquer que M. Cauchy examine en passant une hypothèse particulière, celle qu'il croit convenir à la nature des fluides élastiques, et qu'il a si heureusement développée dans un mémoire lu à l'Académie, et inséré dans le *Bulletin* de juin 1829. Cette hypothèse qui consiste à admettre que l'action des molécules les plus voisines est insensible, paraît à l'auteur de l'article contraire à un principe généralement admis, qui est celui de *l'accroissement rapide des forces moléculaires, à mesure que la distance des molécules diminue.* Mais aucun physicien n'admet que les forces moléculaires augmentent indéfiniment à mesure que la distance diminue; tous, et M. Poisson le premier, établissent au contraire que l'intensité de cette attraction approche d'une limite constante; autrement, elle deviendrait infinie au contact, et le corps solide disparaîtrait, ou plutôt se réduirait à un point matériel unique. Pour se convaincre de la vérité de cette assertion, il suffit de remarquer que M. Poisson dit, pour les corps solides, que la fonction $f(r)$ pourrait être composée d'un ou de plu-

sieurs termes de la forme $ab\left(-\frac{r}{n\alpha}\right)^m$; par conséquent, à mesure que r diminue, $f(r)$ approche d'être une quantité constante. Dans l'hypothèse de M. Cauchy pour les liquides, cette quantité devrait s'évanouir pour $r=o$; et la distance diminuant l'attraction moléculaire qui va d'abord en augmentant, diminuerait ensuite en s'approchant de zéro. Telle serait la fonction $kre^{-r\alpha^2}$, α étant un très-grand nombre, qui s'évanouit pour $r=0, r=-\infty$, et qui, pour $r=\frac{1}{\alpha^2}$, admet un maximum.

Je ne m'arrêterai pas à la prétendue contradictionqu'on a remarquée dans la définition d'une lame naturellement droite et d'une épaisseur variable. M. Cauchy donne ce nom à toute lame dans laquelle une suite de plans parallèles donnent pour section deux courbes symétriques, par rapport à un axe situé dans la lame; et comme on suppose toujours l'épaisseur de la lame très-petite, ces deux courbes coïncideront sensiblement avec leur axe et la lame paraîtra sensiblement droite. Je ne puis trouver le raisonnement qui, dans le mémoire sur les vibrations longitudinales d'une verge cylindrique ou prismatique à base quelconque, pourrait ne pas satisfaire pleinement tous les lecteurs, à moins que l'auteur de l'article ne parle du passage où M. Cauchy applique à l'axe même de la verge des équations trouvées pour un point quelconque de la surface; rien cependant n'est plus facile à comprendre. On développe toujours les coefficiens des pressions suivant les dimensions en épaisseur de la verge, et lorsqu'il s'agit des vibrations longitudinales, on ne conserve que les premiers termes du développement, c'est-à-dire ceux qui sont indépendans des dimensions de la verge; dès-lors les coefficiens deviennent indépendans du point que l'on considère. Ce principe une fois admis, et je crois qu'il le sera par tous les lecteurs, les conséquences qu'en déduit M. Cauchy deviennent rigoureuses, et comme les formules auxquelles il parvient sont les mêmes que celles qu'il avait trouvées pour une verge rectangulaire, il en conclut que les lois des vibrations sont les mêmes pour toutes les verges, quelque soit leur contour.

Je trouve dans l'analyse de la 39e livraison un passage qui

peut induire en erreur. En donnant le nombre des vibrations tournantes exécutées dans une verge rectangulaire pendant l'unité de temps, lorsqu'on la tord, son axe restant fixe, nombre qui, calculé par la théorie de M. Cauchy est $\frac{n\Omega}{2a}$ l'auteur de l'art. définit bien n et a; a est toujours la longueur de la verge, n un coefficient constant qu'il faut faire successivement égal à 1, 2, 3, etc., pour avoir la série des sons qui peuvent être produits successivement; mais il oublie complètement de définir la quantité Ω, de sorte que le lecteur qui a vu souvent reparaître cette lettre dans le cours de l'article, pourrait croire qu'elle a partout la même signification, et même il ne peut plus éviter cette erreur lorsque l'auteur de l'article dit : *qu'encore dans ce cas, le son le plus grave a pour valeur* $\frac{\Omega}{2a}$ Cependant ici Ω a une valeur tout-à-fait différente; cette valeur est déterminée par l'équation $\frac{1}{c\Omega^2}\ \frac{3}{8}\left(\frac{i^2}{\mathrm{i}}+\frac{h^2}{\mathrm{h}}\right)\left(\frac{1}{i^2}+\frac{1}{h^2}\right)$. i, h, sont les 2 dimensions de la verge rectangulaire, i, h, deux coefficiens constans. En second lieu, cette valeur de Ω ne renfermant pas le nombre n, ne varie pas d'un son à l'autre. Ainsi, au lieu de ces mots : *substituant la valeur du coefficient* Ω *propre au son dont il s'agit*, il fallait dire simplement *substituant pour* Ω *sa valeur.*

Je ne puis passer sous silence les observations générales qui terminent cet article. L'auteur dit qu'*on a de la peine à se rendre compte du degré d'exactitude des formules en raison de l'influence que peuvent acquérir les quantités qu'on néglige successivement avant d'arriver au résultat final.* Je ne vois pas l'à-propos de cette remarque spécialement appliquée aux recherches de M. Cauchy sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques. Il me semble qu'on peut en dire autant des formules établies dans les divers mémoires qui ont paru non-seulement sur le même sujet, mais encore sur presque toutes les questions de physique-mathématique. En effet, si l'on réduit les questions de ce genre à l'intégration d'équations linéaires aux différentielles partielles et à coefficiens constans, cela tient ordinairement à ce que l'on considère les variables principales

comme des quantités infiniment petites dont les puissances supérieures peuvent être négligées relativement à la première. Mais je ne sache pas que dans la théorie des cordes vibrantes, de la propagation du son dans l'air, dans la théorie des ondes, dans celle du mouvement des corps ou des lames élastiques, on ait tenté jusqu'à ce jour de déterminer les limites des erreurs commises. Il y a plus, quoiqu'on ait cultivé l'astronomie longtemps avant la physique mathématique, on n'a pu fixer encore d'une manière précise le degré d'exactitude des formules qui représentent les inégalités séculaires ou périodiques des mouvemens planétaires, et l'on ne voit pourtant pas que cette considération ait empêché ni Lagrange, ni l'auteur de la Mécanique céleste, ni d'autres géomètres, de publier leurs travaux sur l'astronomie. Enfin les ouvrages que M. Cauchy a fait paraître sur l'analyse algébrique ou le calcul intégral, et dans lesquels il a donné les conditions de convergence des séries, particulièrement des séries périodiques et de la série de Lagrange, les restes de ces mêmes séries et les moyens d'évaluer les limites des erreurs commises dans l'intégration par approximation des équations différentielles, prouvent, ce me semble, qu'il sait apprécier aussi bien que qui que ce soit l'avantage de connaître le degré d'exactitude auquel on parvient dans la solution d'un problème. Quelques partisans de l'ancienne école et de l'ancienne méthode ne lui ont-ils pas même fait un crime de sa trop grande rigueur?

Après le passage que je viens de rappeler, l'auteur de l'article ajoute que, par inadvertance sans doute, M. Cauchy emploie fréquemment des phrases telles que celles-ci : « *On aura sensiblement, c'est-à-dire en négligeant les quantités infiniment petites*; » phrases dont les deux membres se contredisent et nous reportent au temps de l'origine du calcul différentiel; car si une quantité est réellement infiniment petite, le calcul où on la néglige est exact rigoureusement et non pas sensiblement.

L'expression employée par M. Cauchy me paraît parfaitement exacte et claire; les formules seraient rigoureusement vraies, si les quantités qu'il néglige étaient nulles; mais comme dans le fait ces quantités ne peuvent jamais être nulles, qu'elles sont seulement très-petites, ces formules ne sont et ne doivent être vraies qu'à peu près, de sorte que les résultats de l'expé-

rience doivent s'en rapprocher d'autant plus que les quantités négligées dans le calcul sont plus petites; pour avoir des formules encore plus exactes, il faudrait calculer quelques termes de plus. Au lieu de faire là-dessus des critiques, on devrait plutôt féliciter M. Cauchy sur l'heureux accord de ses formules avec l'expérience qui, il faut l'avouer, doit seule ici décider du degré d'exactitude. Cet accord a été plus frappant que jamais, suivant l'expression de M. Savart, dans le beau mémoire qu'il lisait dernièrement à l'Académie. On a été surpris de voir une formule des plus compliquées, des plus générales et surtout des plus difficiles à soumettre à l'expérience, vérifiée jusqu'aux dix millièmes dans un grand nombre d'opérations. Cette formule est celle qui donne la valeur de Ω pour les vibrations tournantes, et que nous avons citée plus haut.

Il n'est pas exact de dire que M. Cauchy n'a résolu que le seul cas des vibrations à périodes régulières; M. Cauchy a donné les intégrales générales de plusieurs des équations auxquelles il est parvenu; entr'autres de celle qui détermine les vibrations d'une verge rectangulaire. Enfin si c'est un tort de ne rien laisser à généraliser aux *Varignon*, cette observation ne paraît pas ici à sa place; car, par exemple, quel mode de généralisation pourrait-on employer pour passer de la valeur de Ω correspondante aux vibrations tournantes dans le cas où l'élasticité est la même en tous sens, à la valeur générale de cette quantité qui ne peut s'obtenir qu'au moyen des 15 coefficiens?

127. Extrait du compte rendu des travaux de l'Académie impér. des sciences de St.-Pétersbourg, pour les années 1823-1826; par M. Fuss, secrét. perpétuel.

.... « L'académicien *Zakharoff* a lu un mémoire *sur les différens degrés de chaleur et de froid*, mémoire dans lequel il montre que le tableau comparatif des différens thermomètres publié par l'Académie, contient quelques défectuosités qu'il est parvenu à corriger en recueillant et comparant quantité de notices sur les degrés de température en plusieurs endroits, et en observant, d'après les expériences qu'il a faites lui-même, plusieurs degrés de chaleur, tels que ceux auxquels on élève ordinairement la température des bains russes. Ce mémoire tend à prouver en outre que l'on ne saurait se fier aux données four-

nies par différens voyageurs sur l'hiver de la Sibérie, et qu'il s'agit de vérifier ces données à l'aide de bons thermomètres à esprit de vin. Le même académicien s'est de plus occupé de porter à un plus haut degré de perfection deux instrumens de son invention, dont il a fait part à l'Académie il y a quelques années, et qui sont : un anémomètre et un appareil pour servir à la *cération* des substances les plus difficilement fusibles, à l'aide d'un certain mélange de gaz hydrogène et oxigène. La construction de l'anémomètre se fonde sur le simple principe de l'enfoncement d'un solide dans un liquide, et l'on peut à l'aide de cet instrument, mesurer au juste la force du vent agissant sur une surface quelconque. Cette force est égale au poids de la portion de mercure qu'un corps cylindrique ou parallélépipédique, plongé dans ce liquide, en fait sortir. Par sa seconde invention, M. *Zakharof* a voulu empêcher les accidens qu'occasione souvent le mélange des deux gaz par son extrême inflammabilité. A cet effet, il a appliqué à son appareil deux soupapes, dont l'une se ferme par son propre poids, et l'autre par la pression de l'eau, de façon que toute communication entre le gaz condensé et l'air extérieur devient impossible. Ce même appareil doit encore servir à faire des extraits chimiques, tant en grande qu'en petite quantité, sans que l'on ait besoin pour cela de changer l'échelle de l'appareil. Les bornes qui me sont prescrites ne me permettent point de m'étendre davantage sur ces instrumens dont l'auteur promet de donner une description accompagnée de planches, dans le prochain volume des mémoires.

M. Wisniewsky ayant observé et calculé dans son voyage astronomique quelques occultations d'étoiles par la lune, a été à même de fournir une détermination plus précise de la longitude géographique de Moscou, Kasan et Vologda. Ce travail fait le sujet de trois de ses mémoires. Dans un quatrième mémoire, le même académicien vient de proposer une méthode particulière d'observer les comètes au micromètre filaire. Cette méthode, qui permet de faire les observations plus exactement, sera utile à la détermination plus précise des orbites des comètes. Un cinquième mémoire de notre astronome a pour but de proposer une nouvelle méthode pour le calcul de la réduction des distances de la lune au soleil et aux étoiles, méthode qui, n'exi-

geant que des opérations de simple arithmétique, contribuera essentiellement à en faciliter et abréger le calcul.

M. Collins s'est occupé du développement du *calcul typique* et de la théorie des *fonctions équiformes*. Nous tâcherons de donner brièvement une idée de ce qu'il entend par ces dénominations. Chaque opération analytique est caractérisée, suivant M. Colins, par une équation primitive de laquelle on peut dériver, pour toutes les opérations caractérisées de la même manière, des règles syntactiques par une déduction rigoureuse. De même qu'on emploie les lettres pour signes généraux des quantités, de même Collins adopte les signes généraux d'opération qu'il indique par des traits placés entre les lettres, comme les signes ordinaires de l'addition, de la soustraction, etc. M. Collins a développé ses idées sur ce sujet dans cinq mémoires consécutifs portant ce titre général: *Abhandlungen zur Begründung eines streng zusammenhængenden Systems der gesammten Analysis*. Le 1er traite du développement typique du calcul élémentaire; le 2e du développement typique du calcul des séries; le 3e des principes purement trinomiques du calcul typique; le 4e, de la réalité des symboles analytiques; et le 5e de l'art d'inventer dans le calcul. Les deux premiers ont été imprimés séparément sous ce titre: *Grundlinien des typischen Calculs*. M. Collins a donné sur le même sujet un autre mémoire qui a pour titre: Theorematum nonnullorum quæ ad serierum finitarum summationem spectant demonstrationes et applicationes. Quant au second objet principal des travaux de M. Collins, les trois mémoires suivans sont le résultat de ses recherches sur les fonctions qu'il a nommées équiformes: 1. Recherches sur les puissances fonctionnales; 2. Théorèmes sur la différentiation des produits dont les facteurs sont les termes consécutifs d'une série quelconque; 3. Recherches générales sur la transformation des fonctions par substitution. Déjà, en 1816, M. Collins avait essayé la solution d'un problème de la théorie des fonctions analytiques; mais, arrêté par des difficultés qui, alors, lui paraissaient insurmontables, il abandonna ce travail jusqu'au moment où l'idée des puissances fonctionnales lui suggéra des méthodes nouvelles pour la solution du problème des fonctions équiformes.

M. Tarkhanoff a présenté huit mémoires dans lesquels

il a rendu compte de ses travaux pratiques tant à l'Observatoire de l'Académie que durant son voyage. Il a observé et calculé les oppositions de Saturne en 1817, 1818, 1822, 1823 et 1825, ainsi que celles de Jupiter, en 1818 et 1826. On sait que le but de ces observations est le perfectionnement des tables astronomiques par la comparaison des lieux calculés sur les observations avec les lieux des planètes, calculés d'après les tables. Les mémoires de M. Takhanoff fournissent des données dignes d'attention en ce qu'elles rectifient plusieurs erreurs des tables par rapport au centre du soleil. Ayant fait le tour du monde avec l'expédition commandée par le capitaine Wassilief pendant les années 1819-1822, notre astronome a observé à Rio-Janeiro cinq occultations d'étoiles par la lune. Faute d'observations correspondantes pour rendre la détermination de la longitude de Rio-Janeiro indépendante des erreurs des tables lunaires, il a choisi pour cette détermination l'occultation d'Antarès, comme paraissant promettre le résultat le plus exact, vu que l'étoile a passé presque par le centre de la lune. C'est dans ce même voyage que M. Tarkhanoff a déterminé aussi la longitude du port de Honorouro dans l'île de Wagou, et corrigé celle du port de Pétropaulosk. Enfin M. Tarkhanof a fourni à l'Académie les extraits rédigés des observations météorologiques faites à l'Observatoire de l'Académie, en 1822.

Qu'il me soit permis de terminer mon rapport par quelques mots sur les mémoires que j'ai moi-même présentés à l'Académie. En étudiant en 1823 les œuvres de l'immortel Jean Bernoulli, j'ai remarqué dans son *Supplementum defectûs geometriæ cartesianæ circa inventionem locorum*, quelques problèmes de géométrie dont les solutions trouvées par la voie de l'induction et dénuées de toute démonstration, m'ont engagé à en essayer d'autres, et ne me servant toutefois que des moyens qui étaient à la portée des géomètres du 17e siècle, c'est-à-dire sans l'aide des artifices que nous fournit aujourd'hui l'application de la haute analyse. Le résultat de ce travail fait l'objet d'un mémoire intitulé : *Exercitationum analytico-geometricarum fasciculus primus, continens observationes circa schediasma quoddam cel. Joh. Bernoulli.* Dans un second mémoire : *Disquisitiones circa theoremata quædam calculum integralem spectantia*, j'ai offert une démonstration facile d'un théorème curieux du cal-

cul intégral qu'Euler a traité à trois différentes reprises et dont il dit, dans son calcul intégral, « que la démonstration qu'il en a trouvée par tant de détours fait soupçonner l'existence d'une voie bien plus simple pour y parvenir, quoiqu'il n'ait pas encore réussi à la découvrir; » puis, en donnant sa troisième méthode, il avoue encore qu'elle n'est pas non plus naturelle (*minimè naturalis.*) Ce mémoire contient en outre des recherches sur les produits d'une infinité de facteurs, et il est terminé par la démonstration d'un autre théorème du calcul intégral, qu'Euler semble avoir deviné, attendu qu'il le donne sans aucune démonstration. La mienne se déduit comme corollaire d'un nouveau théorème qui la précède. — En 1824, je conçus l'idée de considérer les sections coniques sur la surface du cône même, en ne supposant d'autres données que l'angle au sommet du cône, la distance à laquelle la section est faite à compter du sommet, et l'angle que le plan sécant forme avec le côté du cône. J'avoue que j'ai été frappé du grand nombre de résultats nouveaux auxquels m'ont conduit ces recherches que je continue encore, et dont j'ai fait part à l'Académie, dans trois mémoires qui traitent, le premier, des sections d'un cône droit; le second, de celles du cône oblique, et le troisième, des lieux géométriques des centres et des foyers de ces courbes dans le cône; mémoires qui portent ce titre général: *Les sections coniques rapportées à l'angle au sommet du cône.*

Un sixième mémoire renferme une méthode pour transformer en une fraction continue une formule à laquelle je suis arrivé en cherchant une intégrale définie, pour la quantité constante à laquelle conduit la sommation d'une certaine progression harmonique connue. Enfin, un 7e mémoire rend compte de différentes applications curieuses du problème isopérimétrique que m'a suggéré la lecture du traité d'Euler, et à l'aide desquelles j'ai réussi à résoudre beaucoup de cas particuliers, qui ne seront peut-être pas sans intérêt pour l'amateur des sciences mathématiqnes, et qu'en pratique je suppose même pouvoir être utiles. Ayant été en outre chargé de faire des extraits des dissertations mathématiques contenues dans les 72 volumes des Mémoires de l'Académie, je me suis occupé de ce travail autant que mes autres occupations me l'ont permis, et j'ai présenté à l'Académie, comme première partie de mon travail, les extraits

de tous les mémoires de géométrie contenus dans les 14 volumes des commentaires. Ces extraits sont rédigés de manière à ce que rien d'essentiel n'y est omis, et que l'on peut même y entrevoir la marche de chaque solution ou démonstration; ils ont encore pour but de rendre accessibles à tous les amateurs les trésors scientifiques de notre précieuse collection, qui commence à devenir rare et qui, par l'accroissement successif du nombre des volumes, est presque devenue la propriété exclusive des bibliothèques de riches particulieres ou de grandes bibliothèques publiques, qui ne sont pas à la portée de tout le monde. Ceux des mémoires qui n'offrent plus actuellement qu'un intérêt historique, seront de même compris dans ce recueil, quoiqu'on ait cru pouvoir les traiter avec plus de concision. Enfin j'ai écrit, en ma fonction de secrétaire perpétuel, l'histoire de l'Académie de l'année 1826, et l'aperçu historique de ses travaux depuis 1726 jusqu'à 1826, pièce dont j'ai fait lecture dans la séance publique de l'année passée.

ASTRONOMIE.

128. Astronomische Beobachtungen, etc., etc.—Observations astronomiques faites à l'Observatoire de l'université royale de Königsberg; par M. Bessel. 13[e] section, du 1[er] janvier au 31 déc. 1827. Königsberg; librairie de l'Université.

Voici l'extrait des différentes parties dont se compose ce nouveau travail de M. Bessel, et dont il rend compte lui-même. 1° Il s'absenta trois mois à-peu-près, en 1827, depuis mai jusqu'en août, de l'Observatoire; pendant ce temps M. Anger a continué avec zèle et assiduité les observations au cercle méridien. Cette absence avait pour but de visiter l'atelier d'optique de M. *Utzschneider*, à Munich, et d'y prendre connaissance d'un héliomètre de 8 pieds de long et de 6 pouces d'ouverture que l'on y construisait. Ce grand et magnifique instrument, dont l'Observatoire est redevable à la munificence du roi, est fini, ajoute M. Bessel, et est attendu maintenant ici (à Königsberg.) J'espère, dit-il, que les sections suivantes de cet ouvrage contiendront des renseignemens officiels sur cet instrument et son application.

2° L'auteur termina à son retour une série de recherches sur la longueur du pendule simple à secondes, au moyen d'un appareil construit par le chevalier Repsold. Les résultats de ce travail, ainsi que les observations sur lesquelles ils reposent, ont été communiqués à l'Académie Royale des sciences, dans un Traité qui a été imprimé parmi ses mémoires. Le résultat final donne pour la longueur du pendule simple à secondes 440,8147 lignes de la toise du Pérou; cette longueur se rapporte à un point qui est plus haut d'un pied que le sol de l'Observatoire, ou 11, 2 toises plus haut que la hauteur moyenne du Prégel; ce qui peut être pris pour le niveau de la mer Baltique.

3° Observations des lieux du soleil. « Je communique ici, dit M. Bessel, la réduction de deux séries d'observations solaires, dont la 1re se compose de 351 observations faites avec les anciens instrumens, et dont la seconde contient 456 observations faites au cercle méridien et va jusqu'au 15 octobre 1824.

4° Les lieux du pôle sur l'instrument, qui ont été employés dans le calcul de la 2e série des observations, ne sont pas déduits des observations des deux étoiles polaires, mais des observations des trente-six étoiles fondamentales. L'auteur donne ici un tableau représentant le lieu du pôle sur l'instrument, pour l'année 1827. Ce tableau serait sans intérêt pour nos lecteurs.

5° Intervalle des fils du cercle méridien. L'auteur renvoie à la page 9 de la 11e section.

6° Réduction des observations des zônes à 1825. Cette réduction comprend 21 articles; les calculs en ont été faits par M. Auger.

7° Observations au cercle méridien de Reichenbach. Ces observations s'étendent depuis le 6 janvier 1827, jusqu'au 29 décembre de la même année. Chaque page contient 13 colonnes principales, savoir : jours; étoiles; passages par les fils du cercle; fils du milieu; correction de l'instrument et de l'horloge; nonius; niveau; baromètre; thermomètre intérieur et extérieur; moyenne du cercle; réfraction; réduction au méridien; enfin, remarques.

8° Observations des étoiles distribuées en zônes de déclinaison. Ces zônes sont au nombre de 14; la déclinaison du milieu

de ces zônes est successivement de 16°, 18°, 20°, etc., en augmentant toujours de 2 degrés; ensorte que le milieu de la dernière zône du tableau est de 44 degrés. Les détails des observations relatives aux différentes zônes sont les mêmes que ceux des zônes précédemment publiées.

9° Observations du baromètre et du thermomètre au moment du midi vrai. Ces observations embrassent en entier l'année 1827. Pour chaque jour on donne la hauteur du baromètre en lignes de Paris; le degré du thermomètre de Réaumur. On donne aussi le degré du thermomètre de Fahrenheit. La plus grande hauteur du baromètre a été de 343,78 lignes, ancienne mesure de Paris; la moindre hauteur a été de 324,26 lignes. Le 1er phénomène a été observé le 8 février, et le 2e le 10 janvier; à l'égard de la température, la plus élevée a été de 19° 2 Réaumur, le 3 juillet, et la plus basse de 5° 2 au-dessous de zéro, le 20 février. BILLY.

129. I. REPLY TO A LETTER, etc. — Réponse à une lettre insérée dans le *Morning Chronicle*, relative à l'intérêt que le gouvernement de la Grande-Bretagne doit prendre aux progrès de l'astronomie; par M. SOUTH. Londres, 20 janv. 1829.

130. II. REFUTATION OF THE NUMEROUS MIS-STATEMENTS, etc. — Réfutation des nombreuses tromperies et faussetés contenues dans un mémoire présenté à l'amirauté par le Dr Thomas Young; par M. SOUTH. Londres, 25 avril 1829.

131. III. APPENDIX AUX TABLES ET FORMULES ASTRONOMIQUES, etc.; par SIR FRANCIS BAILY.

Depuis long-temps les savans anglais se plaignaient de la négligence avec laquelle le Bureau des longitudes d'Angleterre, et particulièrement M. Thomas Young, surintendant, surveillaient les calculs, la rédaction et la composition du *Nautical almanac*, publication qui, semblable à notre *Connaissance des Temps*, est destinée à fournir aux marins et aux astronomes les élémens de leurs calculs. Non-seulement cet ouvrage n'était pas tenu au courant des découvertes et des nouveaux procédés de la science, et ne fournissait que des résultats imparfaits aux observateurs qui devaient les faire servir à leurs recherches, mais même il n'était plus, sous certains rapports, aussi exactement que du temps du célèbre Maskelyne, quoique nous

ayons actuellement des tables astronomiques beaucoup plus parfaites.

L'orgueil anglais se trouvait blessé de voir que loin d'exporter avec profusion l'œuvre de sa nation, pour répandre les lumières dans le reste de la terre, elle était obligée d'emprunter aux Français, aux Danois, aux Italiens, aux Prussiens et aux Portugais, leurs éphémérides et leurs tables. Ce sont celles de De Lambre, de Burckhardt, de MM. Bouvard, Damoiseau, de Zach, Carlini, De Lindenau, qui servent à calculer les annuaires des autres nations, publiés par MM. Schumacher, Young, Encke, etc. Les dépenses du gouvernement anglais sont pourtant considérables pour étendre les découvertes astronomiques; le Bureau des longitudes est somptueusement rétribué; l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance a coûté plus de 20 mille livres sterl. (500,000 fr.), sans avoir rien produit d'utile. D'autres sacrifices ont été faits sans fruit en Écosse, en Irlande, en Angleterre, etc.

Les réclamations qui ont été faites à ce sujet étant restées sans effet, des savans ont adressé des réclamations publiques; MM. South, Baily, Herschell, etc., ont fait entendre leurs plaintes dans les journaux. Ces plaintes avaient pour but d'expliquer comment les fonds publics consacrés aux découvertes astronomiques, à l'achèvement des travaux géodésiques du général Roy, à la rédaction du *Nautical almanac*, étaient en partie détournés pour payer des sinécures; et particulièrement M. Th. Young était accusé d'embrasser diverses fonctions richement payées, et qu'il était dans l'impuissance de remplir.

M. Th. Young crut devoir se justifier : sa réponse a donné lieu aux répliques de M. South, répliques d'une vérité et d'une aigreur remarquables. On ne peut se dispenser d'avouer que M. Young méritait les reproches dont on l'a accablé, et qui ont amené la suppression du Bureau des longitudes de la Grande-Bretagne : mais aussi on regrette que, fort d'une aussi belle cause, M. South ne se soit pas tenu dans les limites de la modération et de la politesse, et qu'on soit en droit de penser que cette polémique ait pu canser la mort d'un savant aussi distingué que le surintendant du Bureau, cet illustre physicien étant mort un mois après la seconde publication de M. South.

On demande dans cet écrit, et la France doit désirer aussi dans la *Connaissance des temps*, des améliorations qu'on trouve

chaque année dans les *Éphémérides de Berlin*, publiées par M. Encke : l'ascension du soleil donnée avec les centièmes de secondes de temps; la correction que cet arc doit éprouver par les nouvelles découvertes de M. Bessel ; la déclinaison de cet astre avec les dixièmes de secondes; l'équation du temps, aux centièmes, et sa valeur à midi moyen; la durée du passage du soleil au méridien avec deux décimales, et plus fréquemment qu'on ne la donne; les lieux des anciennes planètes jusqu'aux dixièmes de secondes d'arc et centièmes de secondes de temps; les lieux des quatre nouvelles planètes; l'ascension droite de la lune en temps sidéral; les occultations visibles des étoiles de 6e et 7e grandeurs, l'ascension droite moyenne à midi moyen, les occultations de planètes, les lieux apparens des principales étoiles, de 10 en 10 jours, et ceux de la polaire à chaque passage au méridien tant supérieur qu'inférieur, etc. F R.

132. Nouvelles expériences sur le pendule; par MM. Bessel et Sabine. (Quételet : *Correspondance mathématique;* 4e liv., Tom. V.)

Au moyen d'un appareil de son invention, M. Bessel a fait de nouvelles expériences sur les oscillations du pendule, qui l'ont conduit à quelques remarques importantes sur des causes d'erreur dont on n'avait pas tenu compte jusqu'à présent. Son appareil consiste en une barre verticale en fer de 10 pieds de longueur sur 4 pouces de largeur et 4 lignes d'épaisseur, laquelle se trouve fermement attachée à un fort encadrement en bois d'acajou, qui lui-même est fixé contre un mur sans avoir de communication avec le sol. Perpendiculairement à cette barre s'élève un petit appui de fer sur lequel repose l'extrémité d'une toise étalon faite à Paris, par l'artiste *Fortin*, et comparée avec soin à la toise du Pérou, que l'on conserve dans la même ville. Des ressorts maintiennent la toise dans une position verticale, et l'appareil est en partie soutenu par des contrepoids attachés vers son milieu. Quant au pendule, il se compose simplement d'une balle de cuivre et d'un fil d'acier; la suspension se fait successivement à l'extrémité supérieure de la toise étalon et au petit appui sur lequel repose l'extrémité inférieure; de manière que, dans les deux cas, la balle se trouvant suspendue à même hauteur, la différence de longueur du fil est égale à celle de la toise. Nous regrettons de ne pouvoir faire

connaître ici toutes les précautions qui ont été employées pour écarter ou atténuer toutes les sources d'erreur. Voici maintenant les principales conséquences que M. Bessel a déduites de ses expériences.

Depuis *Newton*, on suppose que si la masse d'un corps qui tombe à travers l'atmosphère est m, et la masse de l'air déplacé m', la force accélératrice qui agit sur le corps en mouvement égale $\frac{m-m'}{m}$; et les réductions du pendule ont toujours été faites d'après cette hypothèse. On admet que la force $m-m'$ qui agit sur le corps, se distribue à la masse m; mais elle ne s'exerce pas seulement sur m; mais encore sur les particules d'air mises en mouvement par m, par conséquent le dénominateur dans l'expression de la force accélératrice doit nécessairement être plus grand que m, et doit être augmenté par l'introduction d'une nouvelle fonction. L'oscillation du pendule doit donc être retardée par le milieu dans lequel elle s'effectue, et la réduction au vide doit être plus grande qu'on ne l'a supposée jusqu'à ce jour.

En cherchant à évaluer cette perte de force, M. Bessel a trouvé que, quand les oscillations ont lieu dans des milieux d'une faible densité, comme les fluides élastiques, l'effet négligé jusqu'à présent qui tend à diminuer l'oscillation, équivaut à l'effet produit par une simple addition à l'inertie du pendule. Cette addition est une constante que, dans tous les cas, l'expérience doit déterminer. On peut y parvenir soit en faisant osciller le pendule dans le vide, soit en faisant osciller dans l'air deux pendules de même figure, mais de densités très différentes. M. Bessel a préféré la dernière méthode, et il a fait osciller successivement une balle de cuivre et une balle d'ivoire de même dimension. Le résultat de ses expériences a été que la réduction au vide pour le pendule qu'il employait, est environ double de la correction qu'on aurait admise autrement.

M. Bessel a fait osciller encore des pendules dans différens milieux, et ses expériences sont d'accord avec ce qu'il avance sur l'erreur dans laquelle on est tombé jusqu'à présent. Ce célèbre observateur a examiné aussi une question extrêmement délicate, celle de l'influence que peuvent avoir et la figure cylin-

drique de l'arête du couteau qui porte le pendule, et l'élasticité des plans qui servent de support. Toutes ces recherches intéressantes se trouvent consignées dans le volume des Mémoires de Berlin, qui vient de paraître; et ont été analysées par M. le capitaine Sabine, qui avait eu le manuscrit de M. Bessel entre les mains, et qui avait vu l'appareil chez M. Schumacher, à l'observatoire d'Altona. (*An account of M.* Bessel's *pendulum experiments.*)

Le capit. Sabine a joint encore à son intéressante notice 2 mémoires sur des expériences du pendule qu'il a faites récemment : le 1er a pour objet de déterminer le nombre d'oscillations faites par un pendule invariable à l'observatoire de Greenwich et dans la maison de M. Browne, à Londres, où le capitaine Kater a fait ses expériences. Le résultat de ces observations est que le pendule qui fait à Londres 85969,34 oscillations par jour en fait 85969,78 à Greenwich, d'où résulte une différence de 0,44 oscillations en excès pour Greenwich, tandis que sa position comporterait un retard de 0,27. Cette différence qui est le résultat d'un grand nombre d'observations indiquerait une inégalité dans la conformation des terrains.

Le second mémoire de M. Sabine a pour objet la réduction directe au vide pour les oscillations d'un pendule invariable, correction que M. Bessel a étudiée en suivant une autre marche. L'appareil dont M. Sabine s'est servi a été construit par M. Newman, pour le prix de 25 liv. sterl. Il consiste en six pièces, sans y comprendre l'encadrement de fer sur lequel porte le pendule et qui est fixé au mur. Le pied est en fer fondu, de l'épaisseur de 2 pouces; sa forme est cylindrique, et la hauteur est de 1 pied sur 1 pied de diamètre intérieur. Il est ouvert à la partie supérieure et fermé inférieurement par une lame de 3 pieds de long sur 16 pouces de large, qui s'appuie sur quatre vis destinées à le mettre de niveau. Un tuyau de métal établit une communication entre l'intérieur et la machine pneumatique. Les trois pièces qui se succèdent au-dessus du pied sont des tubes de verre d'une forme un peu conique et usés à l'émeri sur leurs faces de contact. Vient ensuite le support du pendule au-dessus duquel est un récipient qui ferme le tout. Le vide n'a pu être fait que d'une manière approchée, parce que l'air rentrait, à ce qu'il paraît, par les pores du fer; et pendant

les expériences, il fallait faire marcher avec précaution la machine pneumatique. Deux pendules ont été mis en expérience: l'un qui avait servi à M. Sabine dans ses premières observations, et l'autre qui est destiné à l'observatoire de Bruxelles. Le résultat de ces expériences, conformément aux remarques de Bessel, est que la réduction qui, comme on la calculait d'abord, aurait été dans l'air libre de 6,26 oscillations par jour, à la température de 45° Fahr., et sous la pression de 30 pouces anglais, se trouve trop faible de 4,1 oscillations. M. Sabine a fait osciller aussi le pendule dans le gaz hydrogène. En voyant toutes ces expériences intéressantes, nous regrettons vivement que la lenteur des travaux de notre observatoire ne nous permette pas d'y prendre part, quoique la munificence du gouvernement nous ait procuré tous les instrumens nécessaires pour le faire.

Un autre mémoire de M. Sabine sur l'inclinaison de l'aiguille magnétique à Londres a été imprimé dans le vol. des Trans. de la Soc. Roy. pour 1829. Voy. *Bullet.* d'août, n° 81.

133. Expériences de M. Sabine sur le pendule.

Dans la séance de la Société roy. de Londres du 11 mars 1829, on a lu un mémoire relatant les observations faites par le capitaine Sabine, à la requête de la Société roy., sur les oscillations du pendule. La première série d'observations fut faite dans la maison de M. Browne, du 17 au 20 mars inclusivement, et donna comme résultat moyen 859738,38 oscillations dans un jour solaire ordinaire. Une série correspondante d'observations faites à Greenwich, en mai, donna comme moyenne, 189738,93 oscillations; indiquant ainsi une accélération de 0,55 oscillations par jour. La différence de latitude et de hauteur entre les deux épreuves conduirait, d'après la théorie, à un retard de 0,38 oscillations dans le même temps. D'après une seconde suite d'observations à Greenwich, l'accélération diurne parut être de 0,52 oscillations. Prenant la moyenne de ces dernières observations et celle des premières, il paraît que la différence totale entre la théorie et l'expérience est de 0,91 oscillations par jour. Les lieux étaient propres à vérifier l'existence de cette anomalie, et son importance est telle qu'elle doit détruire toute incertitude quant à sa vérité. (*London and Paris observer*; 10 mai 1829, p. 304.) Fr. L.

134. Épreuve publique annuelle des chronomètres, à l'observatoire de Greenwich.

Cette épreuve a été fermée le 31 juillet 1829, et le prix a été accordé au chronomètre Dent, n° 114, dont la variation pendant deux mois n'a été que de 0" 54, ce qui est un peu plus d'une demi-seconde. Le prix, quoiqu'il paraisse maintenant peu de chose comparativement, remplit le but proposé, le perfectionnement gradué des chronomètres. L'utilité de l'épreuve publique annuelle peut s'estimer d'après ce fait, que non moins de 344 chronomètres ont concouru pour le prix depuis son établissement en 1822, époque avant laquelle tout fabricant de chronomètres ne connaissait que le sien. La première année de l'épreuve dévoila les imperfections qui existaient, et auxquelles on a depuis remédié. Le fabricant a eu l'avantage d'examiner attentivement les progrès de sa machine, et d'obtenir par ce moyen une expérience que sans cela il n'aurait pu se procurer. Quoique la longitude ait occupé l'attention des Anglais, et de la plupart des autres gouvernemens de l'Europe, et les ait portés à offrir et à accorder les prix les plus importans, tous les efforts furent infructueux pour produire un chronomètre suffisant; et nul doute que le succès de cette année ne soit dû aux mauvais résultats des années précédentes. Conformément à l'une des règles, un fabricant ne peut présenter à l'épreuve qu'un chronomètre pendant l'année; mais il est généralement connu qu'il en avait été exposé plusieurs sous des noms empruntés. (*Times.—Galignani's Messenger*; 26 août 1829.) Fr. L.

PHYSIQUE.

135. Notice sur l'usage des chambres obscures et des chambres claires, contenant la description et l'emploi des meilleurs appareils de ce genre, des modifications dont ils ont été l'objet, ainsi que les mémoires publiés à ce sujet par le D[r] Wollaston et le prof. Amici. Documens utiles à toutes les personnes qui s'occupent du dessin d'après nature, recueillis et pu-

bliés par C. CHEVALIER. In-8° de 100 p. avec 4 pl. Paris, 1829; Vincent et C. Chevalier, opticiens, quai de l'horloge, n° 69.

Cette Notice renferme toutes les instructions théoriques et pratiques qu'on peut désirer sur la construction et l'usage des chambres obscures et des chambres claires. On y trouve les mémoires originaux de MM. Wollaston et Amici, et la description détaillée des perfectionnemens dont MM. Vincent et Chevalier sont les auteurs.

136. DÉCOUVERTE RELATIVE AU MAGNÉTISME MINÉRAL. (Extrait d'une lettre écrite de Strasbourg.) (*L'Universel;* 19 août 1829, p. 172.)

.... Le D. Keil, de Langensalza, qui se trouve ici dans ce moment, vient de découvrir le moyen de fabriquer des aimans artificiels d'une force attractive prodigieuse, et infiniment plus puissans que ceux qu'on possède aujourd'hui, sans exiger de très-grandes dimensions. Il parvient à guérir, par l'action de ces instrumens, plusieurs maladies qui dépendent plus ou moins du système nerveux.

Les aimans les plus puissans qu'on soit encore parvenu à confectionner, n'ont guère pu porter plus de 40 kil., et ils étaient d'un volume considérable. Par son nouveau procédé, M. Keil en a fait un qui soutient 20 kil., et qui ne pèse que 1 kil. et demi; mais il en possède un plus fort qui porte un poids de 218 kil. Cet aimant, comme la plupart de ceux que l'on fabrique, présente la forme d'un fer à cheval. Il est composé de neuf lames. Sa longuenr est de 0,43 m. et son poids de 19,5 kil.

J'ai vu, de mes propres yeux, porter le poids énorme que j'indique, et M. Keil assure qu'il pourrait en construire de beaucoup plus forts encore, et qui soutiendraient une charge de 1000 kil., sans que leur grandeur soit proportionnelle à cette force excessive.

Il peut aussi renforcer les anciens aimans; mais ils sont loin d'égaler jamais ceux qui sont faits d'après la nouvelle méthode.

Cette découverte, très-intéressante pour le physicien, est plus importante encore par l'avantage qu'en peut tirer l'art de guérir. Quoiqu'on ait reconnu depuis long-temps l'influence du fluide magnétique sur les maladies, et qu'on soit même parvenu

à en guérir quelques-unes en faisant avec les aimans des passades sur les parties affectées, on n'en a cependant encore obtenu que des résultats peu remarquables, les barreaux employés étant trop faibles. Ceux de M. Keil, qui sont d'une force excessive, produisent des effets étonnans, et permettent seuls d'apprécier l'efficacité du fluide magnétique dans la guérison de plusieurs maladies. Déjà l'usage que l'auteur en a fait dans sa pratique, a été couronné du plus heureux succès : il est parvenu à guérir dans l'instant même des douleurs rhumatismales les plus violentes; l'épilepsie, lorsqu'elle n'est point due à des lésions organiques; des crampes d'estomac, la faiblesse de la vue, des taches sur la cornée transparente, la surdité rhumatismale, des goîtres, la céphalalgie, les maux de dents, le tic douloureux, etc. Mon frère a été lui-même témoin de la guérison d'un violent rhumatisme, par le moyen de passades faites avec un de ces instrumens.

Outre les expériences que M. Keil a faites sur le traitement des maladies par l'application de l'aimant, il s'est livré aussi à des recherches relatives à la théorie du magnétisme, et il se propose de publier bientôt les résultats auxquels il est parvenu. Il m'en a confidentiellement dit quelque chose, mais je ne puis vous le communiquer. Si ses opinions se confirment, comme j'ai lieu de le croire, les théories existantes éprouveront de grandes modifications.

M. Keil a le projet de se rendre à Paris incessamment.

137. Action de la pression des fluides, dans les tuyaux de conduite ; par M. Downes.

Dans un mémoire dont il vient de faire lecture à l'institution pour les mécaniques, de Londres, sur l'hydrostatique et l'hydrodynamique, M. Downes, après avoir signalé les preuves nombreuses qui montrent combien l'on se trompe en supposant que les Romains ignoraient que les fluides s'élèvent toujours au niveau de leur source, appuie la nécessité de porter une grande attention à la force des tuyaux dont on se sert pour conduire l'eau à une grande distance, sur des surfaces irrégulières, objet pour lequel les matériaux convenables manquaient aux Romains, mais non la connaissance des principes. M. Downes montre que cette pression des fluides s'accroît en raison de leur profondeur,

et conséquemment qu'une pression beaucoup plus forte doit s'exercer sur la surface intérieure d'un tuyau situé dans une vallée que dans le tuyau qui passe sur une montagne. Il faut donc que les tuyaux placés le plus bas aient assez de force pour résister à cette pression plus forte. Mais si les tuyaux qui sont dans un lieu plus élevé étaient de la même force, il en résulterait une perte considérable de matériaux, tandis qu'au contraire, si la totalité des tuyaux n'étaient que de la force nécessaire pour résister à la pression dans ceux qui sont sur les lieux élevés, les tuyaux d'en bas se rompraient inévitablement. Par la même raison, un vase qui doit contenir beaucoup d'eau devrait avoir la forme un peu conique, et son épaisseur devrait graduellement augmenter de son ouverture à son fond, en proportion de la pression du fluide à laquelle ses côtés doivent résister. M. Downes, dans le même mémoire, a éclairé l'erreur populaire, généralement adoptée, relativement à la pression que supportent les écluses, pression que l'on croit s'augmenter avec la quantité d'eau qui agit contre elles; tandis que réellement la pression ne dépend uniquement que de la profondeur de l'eau avec laquelle elles sont en contact, sans aucun rapport avec la quantité. (*London and Paris observer;* n° 215, Paris, 12 juillet 1829, p. 447.)

138. I. De l'utilité d'un paratonnerre sur la flèche de Strasbourg; par le prof. Meunier. (*Journ. de la Soc. des sciences du Bas-Rhin;* n° 4, 1827, p. 439.)

II. Extrait des registres de l'Acad. roy. des sciences du 21 mai 1780. (*Ibid.;* p. 451.)

Le professeur Meunier renouvelant une proposition déjà faite, en 1780, par M. Barbier de Tinan et sur laquelle Franklin fit un rapport à l'Acad. des sciences, fait voir les avantages qui résulteraient de la pose d'un paratonnerre sur la flèche de la cathédrale de Strasbourg, qui a déjà été frappée plusieurs fois de la foudre, avec des dégradations plus ou moins considérables, et qu'un météore semblable menace plus que toute autre cause de destruction, puisqu'elle a résisté aux effets d'un tremblement de terre dont les secousses ont fait jaillir jusqu'à la moitié de la hauteur d'un homme, l'eau contenue dans des réservoirs de précaution placés au-dessus de la plate-forme.

M. Meunier donne le plan du paratonnerre à établir et dont voici les principales dispositions. Une aiguille de 8 à 10 mètres portant une pointe de platine de 1 mètre serait placée sur le haut de la flèche ; au 1/3 inférieur de l'aiguille serait placé un globe de cuivre doré, de 1/2 mètre de diamètre, armé de quatre aiguilles correspondant aux quatre points cardinaux. Au-dessous on pourrait placer une colonne creuse en cuivre ou fer fondu et doré au feu, dans laquelle passerait l'aiguille ; pour conducteur on se servirait d'une chaîne en fil de cuivre.

Une erreur généralement répandue à Strasbourg et consignée dans un ouvrage récent de M. Aufschlager, fait croire que Franklin a répondu aux magistrats de Strasbourg que l'érection d'un paratonnerre serait superflue, parce que la flèche elle-même sert de paratonnerre, M. Meunier, pour prouver l'inexactitude de cette croyance dangereuse, cite le rapport de Franklin et Leroi à l'Académie sur le Mémoire de M. Barbier, où ces physiciens insistent au contraire beaucoup sur l'exécution du projet de M. Barbier. G. de C.

139. Observations relatives au multiplicateur électro-magnétique ; par M. Ohm. (*Jahrbuch der Chemie und Physik* ; Tom. XXV, p. 1, 1829.)

Le mémoire de M. Ohm occupe 64 pages dans le journal que nous indiquons ; à ceci M. Schweigger ajoute 10 pages de remarques, comme il le fait ordinairement, et, on pourrait dire, souvent inutilement. Le résultat auquel M. Ohm parvient, c'est que la force d'un multiplicateur électro-magnétique dépend uniquement du nombre de ses tours, et nullement de l'épaisseur du fil métallique, ni de la nature du métal qui a été employé à la confection du fil. La force de deux multiplicateurs qui ont un nombre de tours différent, est en raison directe du nombre de tours de ces fils métalliques. K.

140. Notice d'expériences qui prouvent que l'aiguille magnétique ne se dirige nord et sud que quand elle est suspendue dans une position qui approche de l'horizontale, ou de telle sorte qu'elle ne peut montrer sa tendance naturelle ; par M. Ewart. (*Edinb. New Philos. Journ.* ; janv. à avril 1829, p. 573.)

A l'extrémité d'un petit morceau de bois, de 3 pouces, par exemple, de largeur, fixez l'extrémité d'une petite barre d'acier de 2 ou 3 pouces de long, et placez le système dans une position horizontale par le moyen d'une petite barre de bois qui passe au travers de l'autre à angle droit, à la distance de 1/2 pouce de l'extrémité à laquelle est attachée la barre d'acier; et placez deux petits pivots aux extrémités de la barre de bois qui croise la première, de manière qu'elle puisse vibrer sur ces deux points comme une balance.

Si on magnétise la barre d'acier en formant le pôle sud à l'extrémité libre, le système déviera aussitôt de la position horizontale, le pôle sud s'élevera vers le zénith, et le pôle nord s'abaissera vers le centre de la terre; si alors, sans rien changer au système, on renverse les pôles en passant sur la tige d'acier un aimant dans une direction opposée, l'effet contraire sera produit. Pour que l'expérience réussisse bien, il faut que l'appareil soit léger et les pivots bien polis; le poids des aiguilles ordinaires empêche d'y observer ce phénomène.

Dans un mémoire que M. Ew. a lu l'été dernier à la Société Wernérienne, il a présenté les observations suivantes, d'après les phénomènes qu'il a observés par le moyen du compas solaire et d'autres instrumens; il pense que l'aiguille magnétique est très influencée par la lumière et la chaleur du soleil; que le pôle sud paraît être attiré par le soleil et d'autres corps célestes, que probablement un courant de fluide magnétique est toujours en mouvement sur la surface du globe, comme sur tous les aimans globulaires; que l'intensité magnétique semble donc plus égale près de l'équateur, et que la détermination de l'intensité magnétique par la vibration de l'aiguille n'est pas exacte par l'influence des diverses causes signalées.

Il semble à M. Ew. que le pôle sud agit comme un conducteur constant, comme le fer pour l'électricité. Et il est digne de remarque, que toutes les barres de fer placées verticalement ou seulement inclinées deviennent magnétiques, et que le pôle sud est toujours dans la partie supérieure.

L'expérience citée plus haut prouve, d'après M. Ew., que ce n'est pas un changement de poids qui fait incliner l'aiguille, et il regarde comme probable qu'il y a deux sortes de fluide magnétique, dont l'un a le soleil pour source.

Le compas, quand il se meut autour du globe dans la direction de lignes magnétiques, semble conserver à-peu-près la position qu'il aurait s'il tournait autour d'une boule de fer, comme l'a remarqué M. Barlow, avec cette différence cependant, que l'influence solaire dans les régions équatoriales empêche l'aiguille de varier davantage. L'équidistance de chaque pôle peut aussi être une cause de cet effet. Mais dans les régions polaires le pôle sud de l'aiguille est attiré et affecté par le soleil, tandis que l'inverse a lieu dans les régions antarctiques, le pôle sud s'abaissant et le pôle nord étant plus affecté par le *changement* constant de l'influence solaire.

M. Ew. ayant remarqué que le prof. Hansteen a fait des observations sur les différens degrés d'intensité magnétique dans les diverses saisons, et quoiqu'il ne connaisse pas par quel moyen il est arrivé à ces conclusions, et quoiqu'elles soient inverses des siennes, c'est-à-dire que l'intensité magnétique est plus forte en hiver qu'en été, il les croit parfaitement exactes les unes et les autres; car ses propres expériences regardent particulièrement l'influence solaire, les deux magnétismes opposés étant balancés presque horizontalemennt, tandis que celles de Hansteen peuvent avoir été faites sous le rapport seulement de l'influence terrestre, et la première semble diminuer quand la dernière augmente, et *vice versâ*.

Hansteen suppose que l'intensité magnétique est plus grande en hiver qu'en été parce qu'alors la terre est dans son périhélie; mais quoique cela soit certain par rapport au soleil, il ne s'ensuit pas moins que, sur notre hémisphère, l'influence du soleil est immense, et que sa force s'exerce plus puissamment sur les substances organiques et inorganiques dans l'été que dans l'hiver, quoique la terre soit alors en aphélie.

M. Ew. a fait ses observations avant de connaître les travaux de Hansteen. G. de C.

141. Observations sur le transport de matières pondérables au moyen de décharges électriques; par Pianciani. (*Giorn. arcad. delle scienze;* 1828, T. XXXVII, p. 1.)

L'auteur de ce mémoire discute les faits rapportés par M. Amb. Fusinieri sur le *transport des matières pondérables par les décharges électriques*, et dont la conséquence est que l'*étin-*

celle électrique est formée de matière pondérable extrêmement subtile et divisée.

Dans les expériences de Fusinieri, des particules d'étain, de laiton, et particulièrement d'or et d'argent, passent, au moyen de décharges électriques, d'un corps à un autre, autant dans le sens du courant positif que dans celui du courant négatif; tandis que, dans celles de Bellani et de Parrott, l'eau passe au travers d'une vessie du pôle positif au pôle négatif.

M. Fusinieri a vu adhérentes à la boule de l'excitateur des particules d'étain de l'armure qui la touchait; mais assez souvent aussi des indices de fusion qui ne peuvent être regardés comme un transport de matières.

De vrais transports et des indices de direction de courans électriques sont évidens quand on voit des particules métalliques adhérer à un autre métal dont elles étaient séparées non-seulement par une couche d'air, mais encore par une lame de métal. L'auteur l'a observé plusieurs fois dans ses expériences. La décharge sortant d'un globe d'argent emporte avec elle, en traversant un disque de cuivre, des particules d'argent; en sortant d'un globe d'or, elle entraîne de ce métal en traversant un globe d'argent. Ces transports admirables d'un métal qui en traverse un autre ont toujours lieu, à ce qu'il paraît résulter des expressions de l'auteur, dans le sens du courant positif, et jamais dans celui du courant négatif, de sorte qu'elles favorisent le système d'une seule électricité.

M. Pianciani ne regarde pas comme impossible que des molécules de métal assez fusible, comme l'étain surtout qui forme l'armure extérieure de la bouteille de Leyde, puissent être emportées au travers de l'air; mais il ne sache pas que ces particules aient jamais traversé la plus petite lame de métal pour se porter au conducteur positif. G. de C.

142. Deux expériences physiques; par Camelli. (*Ibid.*; pag. 159.)

La première expérience consiste à placer sur une lame de verre un verre de montre mouillé d'une goutte d'eau, et à incliner la lame de manière à faire glisser le verre; celui-ci prend un mouvement de rotation.

Si on conçoit que le disque soit divisé par un diamètre dans

le sens de la ligne de descente ou normale, et par une autre horizontale qui le coupe à angle droit; et si on suppose dans chacune des quatre parties qui en résultent une gravité spécifique exprimée par exemple par $\frac{5\,|\,4}{1\,|\,3}$, il est évident qu'en vertu de la prépondérance de l'hémi-disque gauche $\frac{3}{4}$, le disque s'équilibrera en prenant la première position $\frac{1\ 5}{3\ 4}$, et comme l'équilibre sera détruit par la prépondérance de l'hémi-disque $\frac{5}{4}$, il roulera de nouveau et prendra la position $\frac{3\ 1}{4\ 5}$ dans laquelle elle s'accroîtra, ayant satisfait à la loi de gravité pour devenir $4 + 5 > 3 + 1$. Le disque pourra osciller et s'arrêter dans la position $\begin{matrix} & 1 & \\ 3 & & 5 \\ & 4 & \end{matrix}$, mais la rotation n'ira pas plus loin, aucune cause ne la produisant de nouveau.

L'auteur pense que trois circonstances concourent à la production de ce phénomène : 1° le plus grand contact et la plus grande adhésion qu'a la goutte d'eau comprise entre le verre et le disque qui le touche presque par un seul point; 2° la plus grande gravité du disque en proportion de la goutte d'eau; 3° l'excentricité du centre du disque, du centre de la goutte d'eau en partie plus petite, d'où il résulte que, pendant que le disque se détermine à descendre, il est retenu par la goutte d'eau adhérant à une surface de la lame et du disque, laquelle superficie est plus grande que le point de contact du disque sur le cristal. Comme la gravité du disque l'emporte sur celle de la goutte et la force d'adhésion qui la retient, elle détermine la descente et entraîne avec elle une grande partie de l'eau adhérente. La quantité d'eau se trouvant plus grande d'un côté ou de l'autre, l'adhérence estplus grande, le disque est retenu et l'autre côté descend. Le disque entraînant toujours avec lui une portion d'eau, il se forme une vraie rotation sur une ligne de translation.

L'autre phénomène est relatif à deux aiguilles placées angulairement à la surface de l'eau et qui se rapprochent au contact. Il tient à un léger degré de magnétisme que les aiguilles ont acquis dans leur fabrication, car le phénomène ne se présente pas avec des aiguilles de laiton, etc. G. DE C.

143. SUR UN PHÉNOMÈNE ÉLECTRIQUE ; par le Rev. J. B. EMMET (*Philosoph. Magaz. and Annals of Philosophy*; nouv. ser., mars, 1829, p. 170.)

M. E. ayant construit une machine d'une très-grande force, remarqua un singulier phénomène. Le sol de la chambre étant bien sec, un fil d'une très-grande longueur se trouva attaché au coussin, un craquement particulier se fit entendre sur le fil, tandis qu'une étincelle passa autour du globe de la machine. En fermant les volets de la chambre, tandis qu'une étincelle passait du premier conducteur au coussin, on trouva tout le fil extrêmement brillant, et donnant à des distances de 1/8 à 1/10 de pouce des faisceaux distincts et séparés de lumière électrique à la distance de 3/4 de pouces. Le premier fil employé était de cuivre et de 1/20 de pouce d'épaisseur environ; mais, voulant vérifier à quelle distance l'effet pouvait être étendu, M. E. y substitua un fil d'argent de 1/8 de pouce, de 70 à 80 pieds de long. Toute la longueur devint brillante, et les éclats de lumière électrique furent aussi étendus, mais non aussi brillans qu'avec un fil plus gros.

En répétant l'expérience le coussin fut isolé par un tube de verre de 2 pieds; le fil qui y était attaché devint lumineux à chaque étincelle qui passait sur le globe quand il était en communication avec le sol; la lumière était toujours blanche, elle s'étendait sur toute la longueur du fil d'argent le plus fin qu'on put se procurer, et qui avait une longueur de 80 pieds. Si on place une substance conductrice à 1/2 pouce environ d'une partie du fil, une étincelle forte et très-piquante s'en dégage. Si on fait communiquer le fil avec l'électromètre à feuilles d'or chaque fois que le fil devient lumineux, une forte étincelle passe des feuilles à la garniture; les feuilles sont à peine écartées, elles ne sont pas violemment agitées. En isolant l'extrémité du fil et l'attachant à des tubes de verre convenablement disposés, le fil se trouva toujours électrisé négativement.

La machine avec laquelle ces expériences furent faites était composée d'une grosse bouteille de verre noir, de 18 pouces de diamètre; le conducteur avait 3 pieds de long et 6 pouces de diamètre; les étincelles produites avaient environ 12 pouces.

D'après Priestley, cette espèce de verre est celle qui développe le mieux l'électricité et qui s'humecte le moins. G. de C.

144. Explication de la difficulté de séparer des surfaces planes par le vent *dans quelques circonstances ;* par R. Hare. (*Ibid.;* août 1828, p. 64.)

On démontre ce fait au moyen de deux disques, dans le centre de l'un desquels est pratiquée une ouverture par laquelle on souffle; le disque mobile n'est pas enlevé comme on pourrait l'attendre.

En supposant que le diamètre des disques est à celui des orifices : : 8 : 1, l'aire du premier est à celle du second : : 64 : 1; de là si les disques doivent être séparés, leur surface restant parallèle avec une vitesse aussi grande que celle du vent, il faut une colonne d'air 64 fois plus grande que celle qui s'échapperait du tube pendant l'expérience. Conséquemment, si tout l'air nécessaire pour conserver l'équilibre est fourni par le tube, les disques doivent être séparés avec une vitesse d'autant moins grande que celle du vent, que la colonne nécessaire entr'eux est plus grande que celle que donne le tube, et l'air ne peut être fourni par aucune autre source, à moins qu'une diminution de pression n'ait lieu entre les disques, circonstance défavorable à leur séparation.

Il s'ensuit que dans les circonstances en question les disques ne peuvent être séparés avec une vitesse plus grande que 1/64 de celle du vent, et, d'après cela, tout le mouvement des particules d'air, qui constitue le courant dans le tube, s'étendra sur le disque mobile et la petite couche d'air qui existe autour de l'orifice entre les disques; et puisque le disque mobile ne peut se mouvoir qu'avec 1/64 de la vitesse de l'air, la couche d'air dans l'intervalle doit éprouver à peu près tout le mouvement du jet et être chassée, le vent formant différens courans qui rayonnent du centre commun du tube et des disques, et que Venturi a bien démontrés. G. de C.

145. Sur le poids spécifique des corps composés, par le Rev. J. Emmett. (*Ibid.;* juin 1829, p. 416.)

M. Emmett a remarqué dans les tables d'Hassenfratz des erreurs provenant de deux causes : les matières solubles dans

l'eau étaient pesées dans l'air et le mercure : mais ce liquide ne peut pénétrer dans les substances poreuses, et l'erreur est quelquefois très-grande : par exemple Hassenfratz donne pour poids de l'alun calciné 0,4229 quoique la poudre de cette substance tombe rapidement au fond de l'eau, ainsi que le composé 2 de chaux et 1 d'eau auquel il attribue une densité de 0,8983. L'autre erreur provient de la formule qu'Hassenfratz a employée ; voici celle de M. Emmet : soit m et n le poids de deux substances a et b leur poids spécifique et c la densité de la combinaison, le volume du composé $= \frac{m}{a} + \frac{n}{b} = \frac{m\,b + n\,a}{a\,b}$ mais puisque la densité de la masse $= \frac{\textit{son poids}}{\textit{sa densité}} \frac{m + n \,.\, a\,b}{m\,b + n\,a} = c$. Si l'on cherche le poids spécifique d'un des ingrédiens on a par transposition $b = \frac{n\,a\,c}{m + n \,.\, a - m\,c}$.

Le tableau suivant présente le poids spécifique de quelques corps, leur vraie densité, et celle donnée par la formule précédente.

SULFURES DE	Densité trouvée par Hassenfratz.	Vraie densité.	Densité calculée par les formules ci-dessus.
Argent	9,22	7,2	6,79
Mercure	11,83	10,0	9,4
Fer, 1[er] 2[e]	5,62	4,518	3,7
Plomb	10,06	7,0	3,0
Bismuth	8,65	6,131	6,9
Antimoine	5,53	4,368	5,7
Arsénic, 1[er]	7,05	3,225	4,0
2[e]	7,05	5,315	3,6
Molybdène	5,97	4,73	3,5

M. Emmet donne ensuite, comparativement, la densité de beaucoup de dissolutions salines trouvées par Hassenfratz et calculées, les différences sont très-grandes dans beaucoup de cas.

G. de C.

146. Sur l'influence de l'air pour déterminer la cristallisation des solutions salines; par Th. Graham. (*Transact. of the roy. Society of Edinburgh;* T. XI, part. 1, p. 114; et *Philos. Magaz. and Annals of Philosophy;* septembre 1828, p. 215.)

Persuadé que c'est l'air qui produit la cristallisation du sulfate de soude quand on le fait passer dans une dissolution saturée refroidie dans le vide, M. Graham pensa que les gaz solubles doivent produire plus facilement ce phénomène.

L'acide carbonique détermina immédiatement la cristallisation d'une liqueur sur laquelle l'air n'avait rien produit, et de même une dissolution que n'avaient pu faire cristalliser l'air ni l'acide carbonique, cristallisa instantanément par une bulle de gaz ammoniac.

Quand on se sert de gaz très-soluble, comme le gaz ammoniac, l'acide sulfureux, la cristallisation a lieu plus rapidement, et il n'est pas nécessaire que la bulle arrive jusqu'au haut du tube, comme pour l'air ou l'acide carbonique, la trace de la bulle devient l'axe commun de cristaux, et quelquefois cette bulle ne peut arriver au haut, elle est arrêtée par les cristaux qui se forment au-dessus.

Il y a peu de gaz moins soluble que l'air atmosphérique, l'hydrogène qui est dans ce cas détermine réellement moins fortement la cristallisation que l'air.

Depuis l'impression de ces observations, M. Graham a connu le Mémoire de M. Gay Lussac. (*Annal. de chim.* T. LXXXVII), dont ces expériences confirment la théorie. G. de C.

147. Recherches sur les causes de l'électricité voltaïque; par le prof. A. de la Rive. (*Annales de Physiq. et Chimie;* nov. 1828, p. 297.)

Le contact de deux substances hétérogènes développe une certaine quantité d'électricité, mais ce développement est-il une source de l'électricité, ou la séparation de deux principes électriques qui se manifeste, ou enfin est-elle exclusivement due à des causes étrangères au contact. La question générale ainsi posée, poursuivons les recherches de l'auteur, et pénétrons-nous bien surtout qu'il n'est nullement question de l'*électricité*

que peuvent produire le frottement, la chaleur, ou d'autres actions tant physiques que mécaniques. L'électricité voltaïque, dite de contact, peut se présenter sous deux formes : ou à l'état de courant, ou à celui de tension. Nous allons, autant que possible, donner une idée de l'intérêt que présente la première partie de ce mémoire, tout en nous réservant de terminer la seconde dans un prochain *Bulletin*.

M. A. Delarive divise la première partie de son Mémoire en trois cas, et il emploie, pour les recherches dont il s'agit, le *galvanomètre* multiplicateur.

1° Lorsque, dans un même liquide, plongent des arcs homogènes ou hétérogènes, le courant produit est le même.

2° Lorsque, dans deux liquides différens, communiquant entr'eux, plongent les extrémités (l'une et l'autre en platine) du galvanomètre, le courant dépend alors de l'action mutuelle des deux liquides.

3° Enfin l'auteur considère dans ce dernier article la production du courant, lorsque plongent dans deux liquides différens communiquant entr'eux les extrémités des arcs soit homogènes, soit hétérogènes.

Ier cas. L'auteur vérifie la loi générale qu'il avait établie dans un précédent mémoire, savoir que le métal le plus attaqué est toujours positif par rapport à l'autre, de telle sorte que la nature du liquide influera évidemment d'une manière toute particulière. Plusieurs expériences ont démontré en outre que, sans action chimique, il n'y avait point de courant; ainsi, de l'or et du platine très-purs, fixés aux extrémités du galvanomètre et plongés dans l'acide nitrique, n'ont point fait mouvoir l'aiguille, tandis qu'un courant très-sensible s'est développé dès que l'on a ajouté quelques gouttes d'acide hydrochlorique. L'apparition du courant électrique dans cette expérience est due évidemment à l'action chimique, car il n'existait pas avant que cette dernière se fût développée, quoique les circonstances les plus favorables fussent toutes réunies (deux métaux très-différens, et le meilleur conducteur connu.)

2e cas. En plongeant les extrémités du galvanomètre dans deux liquides hétérogènes, il se produit un courant électrique dont l'intensité augmente, il est vrai, considérablement par a combinaison de l'acide et de l'alcali. M. Delarive, dans son ex-

périence, faisait plonger une des extrémités du galvanomètre dans l'acide nitrique, et l'autre dans la potasse.) Ces expériences, répétées plusieurs fois, ont démontré, 1° que l'on obtient un courant dirigé dans le même sens; 2° que plus la dissolution saline est facilement décomposable, plus le courant est intense; 3° que ce courant ne conserve dans aucun cas, très-long-temps, la même énergie; son intensité diminue graduellement au bout d'un temps d'autant plus court que l'action chimique est plus vive, par conséquent moins continue et moins égale dans sa force.

3ᵉ cas. Le courant électrique produit dans ce dernier cas, peut recevoir son explication par l'expérience suivante plusieurs fois constatée. Supposons un tube recourbé en forme d'U; dans l'une des branches on verse de l'acide sulfurique, dans l'autre de l'acide nitrique, sans qu'ils puissent se mélanger; on plonge l'extrémité zinc dans de l'acide sulfurique, l'extrémité cuivre dans l'acide nitrique, et on trouve le zinc positif par rapport au cuivre, quoique ce dernier soit dans cette circonstance beaucoup plus vivement attaqué par l'acide nitrique que le zinc ne l'est par l'acide sulfurique concentré. Cette expérience est parfaitement d'accord avec la théorie du contact, et prouve que ce n'est point au contact de métaux hétérogènes qu'on peut attribuer ce résultat, car on produit le même phénomène en employant deux lames métalliques homogènes.

ÉDOUARD LAUGIER.

148. FAITS RELATIFS A LA THÉORIE DU GALVANISME; par M. FECHNER. (*Schweigger's Jahrbuch. der Chemie und Phys.*; T. XXV, p. 223; n° 2, 1829).

Quand deux disques de métal sont dans un rapport galvanique, ils présentent chacun deux sortes d'électricités : l'une, d'une grande intensité, qui reste accumulée aux surfaces de contact; l'autre, d'une moindre intensité, qui est répandue uniformément sur le reste des disques; en sorte que l'état de deux disques ainsi disposés est analogue à celui des deux surfaces d'une bouteille de Leyde.

L'intensité de l'électricité uniformément répandue sur chaque disque, est en rapport inverse avec leur pouvoir de transmission respectif.

La somme des intensités de l'électricité uniformément répandue sur les deux disques est constante pour chaque rapport donné entre les pouvoirs de transmission.

Telles sont les généralités que l'auteur croit pouvoir établir, tant d'après ses propres observations que d'après celles des autres physiciens. K.

149. Sur la permanence des télescopes achromatiques construits avec des objectifs liquides; par Archibald Blair. (*Biblioth. univers.*; juin 1828, p. 130.)

M. B., en continuant les essais de son père sur la construction des lentilles liquides, est parvenu à des résultats importans et s'occupe d'en monter une fabrication. Deux difficultés semblaient presque insurmontables, l'une consistait à renfermer le liquide assez hermétiquement pour qu'aucune partie ne pût s'échapper, l'autre pouvait provenir des changemens que les liquides éprouveraient avec le temps. M. B. assure être parvenu à éviter l'une et l'autre et avoir modifié le liquide qu'il emploie detelle sorte que des objectifs fabriqués depuis 21 ans n'ont pas subi la plus légère altération. Le liquide opère une correction parfaite de l'aberration de réfrangibilité et disperse les rayons colorés exactement comme le crown-glass.

M. B. assure que la méthode de renfermer le liquide est si sûre qu'aucun objectif n'en a perdu la plus petite quantité; dix ou douze objectifs de 2 pouces d'ouverture, faits avec le premier liquide, sont restés intacts pendant 26 ans.

Quand les objectifs sont d'un diamètre considérable, il est difficile d'empêcher l'introduction d'une petite quantité de ciment dans la masse du liquide; mais le mélange s'étend fort peu, il présente l'apparence d'un petit nombre de globules très-fins qui adhèrent au bord de l'objectif; et si l'on y trouve des l'inconvéniens, on peut couvrir le bord en diminuant un peu l'ouverture. Quelquefois on y aperçoit de petits globules d'air qui ne proviennent pas d'une perte de liquide, mais qui s'y introduisent en même temps que lui alors il n'y a pas de ciment. Les objectifs dont l'ouverture n'excède pas 2 pouces, sont en général exempts de ces deux défauts. D'après l'auteur, ces objectifs présentent plus d'avantages que les lentilles ordinaires par-

ce qu'il ne peut s'y introduire aucune poussière. Les lentilles pour la correction de l'aberration de sphéricité étant formées de trois lentilles, entre deux desquelles le liquide est interposé, sont sujettes à l'introduction de la poussière comme les objectifs ordinaires.

M. Blair a construit plusieurs télescopes de 20 pouces de foyer et 2 pouces d'ouverture, dans lesquels les deux aberrations sont parfaitement détruites, les angles des objets les plus brillans restent parfaitement nets, lors même que l'on porte l'oculaire en-deçà ou au-delà de la distance focale; ce qui prouve que les télescopes de M. B. comportent, sans rien perdre de leur netteté parfaite un grossissement de 200 fois et avec un de 300, on peut lire un papier imprimé, à l'action du soleil le plus ardent. l'aberration de réfrangibilité est détruite, non seulement pour les lentilles de télescope, mais même pour les humeurs de l'œil, car l'aberration de l'œil est loin d'être une quantité négligeable.

M. B. construit, en ce moment, un télescope de 5 pouces 3/8 d'ouverture, et 5 pieds de distance focale. G. de C.

150. Sur les nouveaux microscopes de l'opticien Oechsle d'Esslingen. (*Hesperus;* mars 1828, n° 68, p. 270.)

M. Oechsle, d'Esslingen en Wurtemberg, opticien de la cour, a confectionné, il y a déjà quelques années, une nouvelle espèce de microscopes, renommés pour leur puissance amplificative, et préférés, à cause de leur bas prix, aux instrumens étrangers de la même perfection. Cependant, comme ces instrumens ne se prêtaient pas à tous les genres de recherches microscopiques, surtout aux observations où une grande amplification est moins nécessaire que la propriété de présenter avec la plus grande netteté tous les détails des objets, on conseilla à M. Oechsle de perfectionner ses microscopes au moyen de petites lentilles objectives achromatiques. Cet essai ayant parfaitement réussi, d'après l'attestation officielle du Dr Steudel et du professeur Hochstetter d'Esslingen, l'artiste annonce que l'on peut avoir chez lui ces instrumens au bas prix de 100 fl. du Rhin. Cet instrument ayant 4 lentilles objectives et deux oculaires, on est en mesure d'effectuer 8 amplifications différentes, c'est-à dire, 4 avec des oculaires simples, et 4 avec des oculaires doubles. L'amplification la plus faible offre un diamètre de 30, par conséquent une surface de 900 fois,

tandis que l'amplification la plus forte est de 140 en diamètre, ce qui donne 19600 fois pour la surface. Ces microscopes, élégamment confectionnés et disposés de la manière la plus commode, sont principalement dignes d'attention pour les botanistes et les entomologistes. L. D. L.

151. Électroscope de M. Sturgeon.

Cet instrument, considéré sous le double rapport de sa simplicité, de sa construction et de son exactitude, nous paraît être d'un usage très-utile. « Un fil d'archal ou d'acier flexible, est recouvert de forte soie à coudre bien cirée, autour de laquelle est entortillé à plusieurs tours un fil de laiton en forme de spirale et de manière à laisser dépasser de deux à trois pouces les extrémités de ce dernier. Si, par l'une des extrémités de ce fil de laiton, on tire des étincelles du conducteur électrique, le morceau d'acier flexible renfermé sous son enveloppe de soie, devient magnétique, et on peut aisément en déterminer la polarité par le moyen d'une aiguille. Pour s'assurer de l'exactitude des résultats de l'expérience, on peut faire la contre épreuve de la polarité de l'acier flexible en tirant des étincelles au moyen de l'autre extrémité du fil de laiton; et comme il suffira, en général, de quatre ou cinq étincelles pour établir cette contre épreuve du magnétisme, l'expérience peut être renouvelée plusieurs fois en quelques minutes. Si les étincelles tirées du cordon ne sont pas assez puissantes, une très-petite jarre appliquée à ce conducteur augmentera toujours leur énergie. Comme cet instrument opère d'après les principes du magnétisme électrique, il convient d'avoir égard à la direction de la spirale qui enveloppe le morceau d'acier flexible; en sorte qu'on puisse, en observant la polarité acquise, déterminer la véritable polarité du courant électrique. L'ensemble de l'appareil atmosphérico-électrique, si on en excepte toutesfois le conducteur, peut se porter très-commodément dans la poche, et le conducteur lui-même ne tient pas plus de place que le parasol d'une dame. L'inventeur donnera sous peu une description plus détaillée tant de cet instrument que de tous ceux de ce genre qui existent. (*London liter. Gazette;* 18 oct. 1828.)

MÉTÉOROLOGIE.

152. Observations barométriques faites a Krakau; par M. Romain Marhienicz. (*Jahrb. der Chemie und Physik*; T. XXIV, p. 74, 1828.)

153. Observations météorologiques faites au jardin de botanique de la Havane, pendant l'année 1826, par le prof. Don Ramon de la Sagra. (*Kastner's Archiv*; T. XV, cah. 3, p. 291, 1828.)

154. Observations météorologiques faites a Wurzbourg, par le prof. Schoen. (*Ibid.*; p. 294.)

155. Von den Ursachen der Erdbeben *und von den* magnetischen Erscheinungen. — Sur les causes des tremblemens de terre et sur les phénomènes magnétiques; par Fr. Kries. Avec 1 pl. lithog. In-8° de IV et 151 pag., prix, 20 gr. Leipzig, 1827; Fleischer. (*Leipzig. Liter. Zeitung*; déc. 1827, n° 331, p. 2645.)

Il y a quelques années que la Société des arts et des sciences d'Utrecht mit au concours la question suivante : *Quelles sont les principales causes des tremblemens de terre, et quelle est l'influence que l'électricité et le galvanisme exercent dans ce phénomène?* Le 1er des deux traités de l'ouvrage que nous annonçons offre la réponse à cette question; elle a remporté le prix, et parut déjà en 1820 dans le commerce de la librairie d'Allemagne. Elle reparaît aujourd'hui avec des additions et accompagnée d'un second traité sur les phénomènes magnétiques et leur connexion avec l'électricité, traité qui remporta le prix en 1821. La question fut proposée par la société scientifique de Haarlem. Ce dernier traité reparaît également avec des additions et un supplément contenant les découvertes récentes sur le thermomagnétisme, le magnétisme des couleurs, et sur d'autres phénomènes qui ont quelque rapport avec l'aimant. S'il en faut croire la Gazette littéraire de Leipzig, ces deux traités, sans avancer la connaissance des matières auxquelles

ils sont consacrés, ont le mérite de renfermer dans un seul cadre tout ce qui a été dit sur ce sujet, c'est-à-dire, les hypothèses qui ont été avancées par les physiciens les plus accrédités.

L. D. L.

156. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES A KENDAL, en 1827, par M. MARSHALL. (*Edinburgh Journ. of Scienc.*; n° 16; p. 299.)

L'auteur donne les maximums, minimums et moyennes de chaque mois, pour le baromètre et le thermomètre; la quantité de pluie et les vents. Baromètre moyen = 29, 63 p.; ther momètre moyen = 48°03; pluie = 58,006 pouces. Il compare ces moyennes avec celles des années 1823 à 1826

S.

157. RAPPORT SUR LA MARCHE DU TEMPS A GOTHA, etc., pendant l'année 1828; par M. de HOFF. (*Kastner's Archiv*; Tom. XV, p. 401; 1828.)

158. RENSEIGNEMENS SUR LES DERNIERS TREMBLEMENS DE TERRE DANS LE CERCLE DU BAS-RHIN; par M. KASTNER. (*Ibid.*; p. 429.)

159. EXTRAIT DU JOURNAL MÉTÉOROLOGIQUE DE M. DE SCHMŒGER, prof. à Ratisbonne; depuis le mois de juillet jusqu'en décembre 1828. (*Ibid*; p. 438.)

160. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A FRANCFORT-S.-LE-M., ET DANS LES ENVIRONS; par M. Herm. de MEYER. (*Ibid.*; p. 449.)

161. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES SUR LE MONT-TONNÈRE, le 17 juillet 1827; par le même. (*Ibid.*; p. 467.)

162. COMPARAISON DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES DU 14 JANV. 1827 AVEC CEUX DU 13 JANV. 1828; par M. Herm. de MEYER, à Francfort. (*Ibid.*; Tom. XIII, p. 71.)

163. NOTICES SUR LES TREMBLEMENS DE TERRE qui eurent lieu en déc. 1827 et en janvier 1828; par M. KASTNER. (*Ibid.*; Tom. XIII, p. 70.)

164. **Observations météorologiques faites a Danzig**, depuis 1807 jusqu'en 1824; par M. Kleefeld. (*Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig.*)

Ces observations, accompagnées de cinq grandes tables, remplissent à elles seules la 1re livraison du second volume du journal indiqué.

165. **Observations météorologiques** faites par M. Sivitski, professeur au gymnase de Mohilef, depuis le 1er janvier jusqu'au 1er juillet 1825. (*Oukazatiel otkritii* — Indicateur des découvertes; Tom. 3e, 1re partie, p. 191, St. P., 1825).

En Janvier: Élévation moyenne du baromètre, 29 pouces 3,01 lignes de la mesure anglaise.—Température moyenne 4°,116, thermomètre de Réaumur.

Février: Élévation moyenne du baromètre, 29 pouces 5,99 lignes. — Température moyenne, 6°,59.

Mars: Élévation moyenne du baromètre, 29 pouces 3,55 lignes. — Température moyenne, 1°743.

Avril: Élévation moyenne du baromètre, 29 pouces 1,61 lignes. — Température moyenne + 5°,206.

Mai: Élévation moyenne du baromètre, 29 pouces 2,03 lignes. — Température moyenne + 10°843.

Juin: Élévation moyenne du baromètre, 29 pouces 1,1 lignes. — Température moyenne + 12°,643.

Observations générales. Pendant le cours de ce semestre, le baromètre dont il est ici question se trouvait dans un appartement d'une maison construite sur la même esplanade que celle du gymnase, qui, d'après les anciennes mesures prises, surpasse de douze sagènes, 10 toises environ, la surface du Dnieper.

A. J.

CHIMIE.

166. **Versuch eines Lehrbuchs der Stoechiometrie.** — Essai d'un traité de Stœchiométrie; par M. H. Buff. In-8° de 159 pages. Nürnberg, 1829; Schrag.

Quoique l'on soit encore loin d'avoir des idées bien claires sur la nature intime des corps, il faut cependant convenir que, par les progrès de la science, l'on est parvenu à découvrir les lois qui président aux différentes combinaisons de la matière. Basée sur ces lois, la Stœchiométrie peut être définie « une science qui a pour objet l'application du calcul aux combinaisons chimiques. Cette science est de création toute moderne; depuis long-temps, à la vérité, on avait considéré les corps comme composés d'élémens; mais on ne commença à avoir des notions justes sur la formation des combinaisons que lorsqu'on eût pris en considération les affinités chimiques et qu'on se fût pénétré de la nécessité de tenir compte des mesures et des poids dans les expériences du laboratoire. Les bases de la Stœchiométrie ne furent donc posées que dans la seconde moitié du dernier siècle, lorsque Wenzel, le premier, démontra que des quantités différentes d'alcalis et de terres, qui suffisent pour saturer une quantité donnée d'un acide, restent dans les mêmes rapports entr'elles pour tous les acides. Après Wenzel est venu Richter, qui, quoiqu'allant trop loin dans la théorie mathématique, a cependant le grand mérite d'avoir le premier créé une doctrine des proportions chimiques. Depuis ce temps, les travaux de Davy, de Proust, de Dalton, de Wollaston, de MM. Berzelius, Gay-Lussac, Dulong, etc., ont tellement reculé les bornes de cette science, qu'elle sera un des plus beaux titres de gloire du siècle actuel.

Représenter d'une manière claire, précise et fidèle, l'état présent de la science, et disposer tous les matériaux dans un ordre méthodique, afin d'en faciliter l'étude, tel est le but que M. Buff s'est proposé et qu'il a parfaitement bien atteint. Il serait à désirer que ce petit ouvrage fût traduit en français, et il faut regretter que l'auteur n'ait pas pu le publier à Paris, comme il en avait d'abord l'envie : mais dans une ville où les grands noms sont de rigueur à la tête des ouvrages qui doivent réussir, et où les éditeurs commandent l'esprit et la dimension de leurs livres, il n'est pas étonnant qu'un grand nombre de bons écrits soient étouffés par cette multitude de productions fades et insignifiantes que la presse engendre tous les jours.

KUHN.

167. Extrait d'une lettre de M. Berzelius à M. Kastner. (*Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre;* Tom. XVI, p. 116; cah. 1[er], 1829.)

« M. Didot, à Paris, a commencé à publier une traduction française de mon *Traité de Chimie.* Cette édition devait être tout-à-fait refondue; mais, malheureusement, ce travail n'a point réussi. Le traducteur, M. Jourdan, que je n'ai pas l'honneur de connaître, n'est pas chimiste; aussi le premier volume, qui a déjà paru, est-il plein de fautes grossières. Sur ma demande, le second volume, qui est infiniment plus mauvais, n'a pas été livré au public. Que fera l'éditeur de cette malheureuse production? Je l'ignore; mais ce qui est certain, c'est que je ne reconnaîtrai jamais la traduction de M. Jourdan. » K.

168. Essai d'une classification des corps élémentaires d'après leur analogie; par M. Doebereiner. (*Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie;* Tom. XV, p. 301, n° 2, 1829.)

Les recherches de M. Berzelius pour déterminer le poids atomistique de l'iode et du brôme (1), m'ont beaucoup intéressé, dit l'auteur, car elles confirment l'idée que j'avais émise depuis long-temps dans mes leçons, savoir, que le poids atomistique du brôme devait être la moyenne arithmétique entre le poids atomistique du chlore et celui de l'iode. Cette moyenne est en effet $\frac{35.470+126,470}{2} = 80,470$, valeur un peu plus grande que celle obtenue par M. Berzelius (78,383), mais qui en approche tellement qu'il est permis d'espérer qu'avec le temps, et lorsque ces corps auront été soumis à l'examen le plus rigoureux, cette différence disparaîtra.

Il y a douze ans que M. Dœbereiner s'occupe de la classification des corps d'après leur analogie, et ce qui l'a d'abord conduit à cette idée, ce fut une expérience qui lui démontra que le poids atomistique de la strontiane était à peu près la moyenne arithmétique entre celui de la chaux et de la baryte; car $\frac{356,019\ (=\dot{Ca}) + 956,880\ (=\dot{Ba})}{2} = 656,449\ (=\dot{Sr})$, et

(1) Voyez le *Bulletin*, Tom. XI, p. 376.

d'après l'expérience on a pour la strontiane le chiffre 647,285.

Dans le groupe des alcalis, la soude est, sous ce rapport, dans le milieu; car en prenant le nombre atomistique de la lithine (1) (déterminé par M. Gmélin) = 195,310, et celui de la potasse = 589,916, on a pour moyenne arithmétique de ces valeurs $\frac{195,310 + 589,916}{2} = 392,613$, qui approche beaucoup du poids atomistique de la soude, déterminé par M. Berzelius (390,897).

Pour le groupe du phosphore et de l'arsenic il manque un troisième facteur (2). M. Mitscherlich, le créateur de l'isomorphologie, saura le trouver s'il existe en effet.

Si le soufre, le sélénium et le tellure doivent être rangés ensemble, ce que l'on peut bien admettre puisque le poids spécifique du sélénium est exactement la moyenne arithmétique de celui du soufre et du tellure, et que d'ailleurs ces trois corps forment tous des acides avec l'hydrogène, alors le sélénium doit être rangé au milieu, parce que $\frac{32,239 (= S) + 129,243 (= Te)}{2} = 80,741$, et que le nombre atomistique du sélénium, tel qu'il a été déterminé par l'expérience, est 79,263.

Le fluor fait, à la vérité, partie des corps halogènes, mais bien certainement il n'appartient pas au groupe qui contient le chlore, le brôme et l'iode; il doit être rangé dans une autre classe d'halogènes, qui se comportent peut-être à l'égard des premiers comme les terres alcalines à l'égard des alcalis. Comme il a un nombre atomistique très-petit, il forme probablement le premier facteur du groupe supposé, et, dans ce cas, il y aurait encore deux autres facteurs à découvrir, si toutefois le nombre *trois* est de rigueur pour tous les groupes de corps chimiques.

Si l'on compare les chiffres qui expriment le poids atomistique des corps groupés comme on vient de voir, avec l'intensité des affinités chimiques de ces mêmes corps, on trouve que

(1) Voy. plus bas le n° 171 de ce cahier; le résultat obtenu par M. Hermann serait moins favorable à l'idée de M. Dœbereiner, que l'est celui de M. Gmelin.

(2) M. Desprets, dans son traité de Chimie, a réuni l'azote, le phosphore et l'arsenic, pour former sa famille des azotoïdes (voy. le *Bulletin*, Tom. XI, p. 55).

les premiers sont en proportion directe avec l'intensité des affinités quant aux alcalis et aux terres alcalines, et en proportion inverse quant aux halogènes, c'est-à-dire que la potasse, par exemple, qui a le plus grand chiffre parmi les alcalis, est, comme tel, le plus puissant, et que la lithine, qui a le plus petit chiffre, est le plus faible; que le chlore, au contraire, qui a le plus petit chiffre parmi les halogènes, en est le plus puissant, tandis que l'iode est le plus faible quoiqu'ayant le plus grand nombre atomistique. En exprimant par les nombres 1, 2 et 3 l'intensité de l'affinité chimique des différens groupes de corps, on peut présenter sous un seul point de vue l'abrégé de toutes ces considérations.

a. Halogènes et leurs acides.

$221{,}325 = \mathrm{Cl}.$	$455{,}129 = H\,Cl.$	$942{,}650 = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Cl}$	3
$789{,}145 = \mathrm{J}.$	$1590{,}770 = H\,J.$	$2078{,}290 = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{J}}$	1
$\frac{1010{,}470}{2} = \mathrm{Br}.$	$\frac{2045{,}899}{2} = H\,Br.$	$\frac{3020{,}940}{2} = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Br}}$	2.

b. Acétogènes et leurs acides.

$201{,}165 = \mathrm{S}.$	$213{,}644 = H\,\mathrm{S}.$	$501{,}165 = \overset{\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{S}}$	3
$806{,}452 = \mathrm{Te}.$	$831{,}412 = H^{2}\,\mathrm{Te}.$	$1106{,}452 = \overset{\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Te}}$?	1
$\frac{1007{,}617}{2} = \mathrm{Se}.$	$\frac{1045{,}056}{2} = H\,\mathrm{Se}.$	$\frac{1607{,}617}{2} = \overset{\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Se}}$	2.

c. Alcaligènes et leurs alcalis.

$95{,}310 = \mathrm{L}.$	$195{,}310 = \dot{\mathrm{L}}$	1
$489{,}916 = \mathrm{K}.$	$589{,}916 = \dot{\mathrm{K}}$	3
$\frac{585{,}226}{2} = \mathrm{Na}.$	$\frac{785{,}226}{2} = \dot{\mathrm{Na}}$	2.

d. Radicaux terreux et leurs alcalis.

$256{,}019 = \mathrm{Ca}.$	$356{,}019 = \dot{\mathrm{Ca}}$	1
$856{,}880 = \mathrm{Ba}.$	$956{,}880 = \dot{\mathrm{Ba}}$	3
$\frac{1212{,}899}{2} = \mathrm{Sr}.$	$\frac{1312{,}899}{2} = \dot{\mathrm{Sr}}$	2.

Plusieurs autres groupes n'ont encore que deux facteurs; dans ce cas sont le bore et le silicium, l'aluminium et le gluci-

nium, l'yttrium et le cerium. Des groupes complets sont formés par le fer, le manganèse et le chrôme; par le platine l'iridium et l'osmium; enfin par le palladium, le rhodium et le plurane (qui, malheureusement, n'est pas encore un métal). K.

169. Sur le soufre cristallisé obtenu par la distillation du Carbure de soufre. (*Journal für technische und œconomische Chemie*; Tom. IV, p. 271.)

C'est le prof. Reichard, à Döhlen, qui a obtenu le soufre cristallisé dont il est question ici, en soumettant le carbure de soufre dans un appareil particulier à des distillations et rectifications réitérées; le soufre, à la fin, reste pur au fond de la cornue.

La forme du soufre ne présente rien d'extraordinaire, seulément elle est très-prononcée et d'une grande beauté, sa couleur se rapproche de celle de la cire, son odeur est très-forte et sulfureuse empireumatique; chauffé dans une cornue, il se dégage quelques vapeurs d'huile empireumatique, et il se forme un commencement de sublimation; après le refroidissement, le soufre est d'une couleur brune-noirâtre, opaque, et a entièrement perdu son odeur pénétrante.

La combustion de ce soufre dans l'oxigène présente des traces d'acide carbonique.

Soumis à une espèce d'analyse, qui consistait principalement dans la distillation, 1000 grains de ce soufre furent reconnus être composés de

soufre pur	985 gr.
résine noire	11 —
huile empireumatique ...	4 —
	1000 gr.

E. Hecht.

170. Sur le Thorium, nouveau métal découvert par M. Berzelius. (*Universel*; 25 juillet 1829).

Ce métal est renfermé dans une terre qui a toute les propriétés de celle que M. Berzelius avait appelée thorine, et qu'il a reconnu être un phosphate d'ittrya. La nouvelle terre est blanche, irréductible par le charbon et le potassium; fortement calcinée, elle n'est plus attaquée par les acides, excepté l'acide sulfurique concentré, même après avoir été calcinée avec la potasse.

Le sulfate de thorine est très-soluble dans l'eau froide et presque insoluble dans l'eau bouillante, de sorte qu'on peut le séparer de plusieurs autres sels en lavant le mélange à l'eau bouillante. La thorine se dissout très-bien dans le carbonate d'ammoniaque; l'élévation de la température détermine la précipitation d'une partie de la terre; mais, par le refroidissement, le précipité disparaît. Tous les sels de thorium ont une saveur astringente, très-pure, comme celle du tannin. Le chlorure de thorium traité par le potassium se décompose avec une triple déflagration. Il en résulte une poudre métallique grise qui ne décompose pas l'eau, mais qui, au-dessous de la température rouge, brûle avec un éclat qui égale presque celui du phosphore dans l'oxigène. Cependant le thorium est faiblement attaqué par les acides nitrique et sulfurique. L'acide hydrochlorique, au contraire, le dissout avec une vive effervescence. La thorine contient 11,8 d'oxigène, sa densité est de 9,4. Le thorium existe dans un nouveau minéral trouvé en très-petite quantité à Brevig, en Norvége.

171. Sur le poids atomistique du lithium; par M. R. Hermann, à Moscou. (*Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie ;* T. XV, p. 480, n° 3, 1829.)

Les chimistes diffèrent beaucoup d'opinion sur la composition des sels de lithium et sur le poids atomistique de ce corps élémentaire. Ainsi Arfvedson a trouvé ce poids = 255,63, et M. Gmélin = 191,21 seulement. Dans ces derniers temps, M. Kralovanszky (1) ayant examiné quelques combinaisons du lithium, en a déduit le chiffre 254,2 comme représentant le poids atomistique de ce corps; cette donnée s'accorde assez bien, comme on voit, avec celle d'Arfvedson.

M. Hermann ayant eu à sa disposition une quantité considérable de ce corps si rare, en a examiné plusieurs combinaisons, et est parvenu aux résultats suivans :

1. *Carbonate de lithine.* M. Berzelius a trouvé que, si l'on décompose un sel de lithine par un excès de phosphate de soude, le produit obtenu est un phosphate double de soude et de lithine. L'auteur, craignant d'obtenir également un sel double en décomposant un sel de lithine par le carbonate de soude, suivit un

(1) Voy. le *Bulletin*, Tom. IX, n° 190.

autre procédé : il traita une dissolution concentrée d'hydrochlorate de lithine par un excès de carbonate d'ammoniaque ; du carbonate de lithine se précipita dans ce cas, et le précipité fut lavé et chauffé au rouge. A ce degré de température il se fondit en un liquide transparent, qui attaque fortement le platine au contact de l'air. Après le refroidissement il se présenta sous forme d'une masse diaphane, d'une cassure cristalline et d'une faible cohésion. Une pression peu forte suffisait pour le réduire en petits morceaux d'un aspect nacré.

Une quantité déterminée de ce carbonate fut mise en contact avec l'acide hydrochlorique sous une cloche remplie de mercure. Le gaz acide carbonique, qui se dégageait, fut mesuré. La moyenne de plusieurs expériences donna pour la composition du carbonate de lithine les proportions suivantes :

Acide carbonique.................	60,98
Lithine.........................	39,02
	100,00

Connaissant la composition du carbonate de lithine, qu'il savait ne pas contenir de soude, l'auteur essaya aussi le carbonate qu'on obtient par la précipitation du sel de lithine, au moyen du carbonate de soude, et il trouva sur 100 p.

Acide carbonique.................	61,00
Lithine.........................	39,00

Ce qui prouve suffisamment que le carbonate de lithine, préparé par le carbonate de soude, reste libre de ce dernier alcali.

D'après cette analyse du carbonate de lithine, le poids atomistique de la lithine serait 352,06.

2. *Sulfate de lithine.* On fit dissoudre du carbonate de lithine pur dans de l'acide sulfurique, la dissolution fut évaporée et le sel chauffé au rouge. Le sulfate obtenu de cette manière était assez bien soluble dans l'eau ; l'eau bouillante n'en dissout cependant guères plus que l'eau à la température de 15° R., ce qui fait qu'on n'obtient pas de cristaux par le refroidissement d'une semblable dissolution. Mais si on la fait évaporer lentement, le sulfate de lithine cristallise. Les cristaux sont trop petits pour pouvoir être mesurés; mais on distingue facilement qu'ils forment des prismes obliques à 4 pans; ils contiennent de l'eau dans la proportion suivante :

Sulfate de lithine..................	85,70
Eau...........................	15,30
	100,00

Par la chaleur ces cristaux décrépitent et perdent leur eau sans fondre. Le sel, à l'état de siccité, ne fond pas non plus par la flamme de l'alcool. 100 p. de sulfate de lithine sec, décomposées par l'hydrochlorate de baryte, donnèrent du sulfate de baryte dont la moyenne d'acide sulfurique était, après plusieurs essais, 74,00 ; le sel est conséquemment formé de

Acide sulfurique.................	74,00
Lithine........................	26,00
	100,000

D'après cela le poids atomistique de la lithine serait de 352,20.

Celui qu'on a obtenu par l'analyse du carbonate de lithine, était de 352,0.

On peut, d'après tout cela, considérer le chiffre 352,1 comme représentant la moyenne de ces trois données; et le poids atomistique du lithium serait = 152,1.

En partant de ce nombre, on est conduit au résultat suivant:

carbonate de lithine.

poids atomistique.		*calcul.*	*expérience.*
$\ddot{C}^2$	= 550,66	60,99 acide carbonique	61,00 acide car-(bonique
$\ddot{L}$	= 352,10	39,01 lithine	39,00 lithine
$\ddot{L}\ddot{C}^2$	= 902,76	100,00	100,00

sulfate de lithine.

$\dddot{S}^2$	=1002,32	74,00 acide sulfurique	74,00 acide sul-(furique
$\ddot{L}$	= 352,10	26,00 lithine	26,00 lithine.
$\ddot{L}\ \dddot{S}^2$	=1354,42	100,00	100,00

sulfate cristallisé.

$\ddot{4}\ \dddot{S}^2$	=1354,42	85,77 sulfate de lithine	85,70 sulfate de (lithine
2 Aq.	= 224,87	14,23 eau	14,30 eau
$\ddot{L}\ \dddot{S}^2$+2Aq.	=1579,29	100,00	100,00.

3. *Hydrochlorate de lithine.* Lorsqu'on laisse lentement se liquéfier le chlorure de lithium à l'air humide, il se forme avec

le temps de grands cristaux réguliers d'hydrochlorate de lithine. Ces cristaux ont la singulière propriété de devenir opaques dès qu'on les touche ou qu'on les met sur le filtre ; l'opacité commence par l'endroit touché et se communique peu-à-peu à tout le cristal. De plus, lorsqu'on touche le cristal devenu opaque, il tombe en petits morceaux de forme cristalline. Ainsi l'opacité provenait d'une division spontanée du cristal, division dont il a été impossible à l'auteur de deviner la cause. Ces cristaux ont la forme de prismes rectangulaires à 4 pans, avec deux larges facettes parallèles. Leur composition est la suivante :

1 atôme de chlorure de lithium	= 1087,4
8 — d'eau —	= 899,5
1 atôme d'hydrochlorate de lithine cristallisé..........	= 1986,9

ou bien 100 p. contiennent

d'après le calcul		d'après l'expérience	
Chlorure de lithium	53,56	Chlorure de lithium	53,64
Eau	46,44	Eau..............	46,36
	100,00		100,00

Par la chaleur, ces cristaux entrent en fusion au moyen de leur eau; mais quand toute celle-ci est évaporée la masse devient sèche.

Le chlorure de lithium entre aussi en fusion à une chaleur rouge commençante, et il se volatilise déjà à cette température. Il paraît perdre du chlore par l'effet de la fusion ; car 100 parties donnèrent

Lithium..........	16,00
Chlore............	84,00
	100,00

car d'après le calcul il devrait être composé de

Lithium..........	14,66
Chlore...........	85,34
	100,00

La lithine dont M. Hermann s'est servi pour ses expériences a été extraite de mica provenant d'Altenberg, en Saxe, et a été obtenue sous forme de phosphate double de soude et de lithine. Ce sel fut converti en chlore de lithium, d'après le procédé de M. Berzelius, et ensuite en carbonate de lithine au moyen du carbonate d'ammoniaque. K.

172. OBSERVATIONS ULTÉRIEURES SUR L'IRIDIUM ET L'OSMIUM; par M. BERZELIUS. (*Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*; Tom. XV, p. 208; cah. 2, 1829).

Le résidu de la dissolution du minerai de platine dans l'eau régale, contient une quantité de grains insolubles dans ce dissolvant, d'une forme plus ou moins arrondie et d'une surface rude et inégale. Ces grains ne ressemblent pas aux lamelles blanches, brillantes et cristallines de l'alliage d'osmium et d'iridium, qu'on rencontre dans quelques minerais platinifères de l'Oural, comme dans ceux d'Ekaterinenbourg, de Slatoust et de Kischene; et, quoiqu'ils contiennent de l'osmium, ils paraissent cependant n'en pas contenir autant que les lamelles cristallines de l'alliage dont il vient d'être parlé. Privés, à l'aide de l'acide hydrochloronitrique de toutes les parties solubles qu'ils peuvent renfermer, et lavés ensuite, ces grains présentent un poids spécifique = 15,78, tandis que le mélange cristallin d'osmium et d'iridium a un poids spécifique = 18,644. C'est ce dernier corps dont s'est servi M. Berzelius pour faire les recherches dont nous avons rendu compte dans le temps. Depuis, ce chimiste a reçu de Saint-Pétersbourg un résidu de la dissolution du platine dans l'eau régale, et c'est de ce résidu qu'il a pu retirer plus de 100 grammes de ces grains arrondis. Il les a décomposés, moins dans le but de déterminer exactement leur composition, que dans celui d'obtenir une quantité suffisante de ces métaux si rares, afin de pouvoir continuer à en étudier les propriétés. Il a cependant cru trouver qu'ils contenaient beaucoup moins d'osmium que le résidu cristallin. Leur décomposition fournit beaucoup de substances, qui, quoique ne leur appartenant pas, y sont mêlées si intimement, qu'on ne peut point les séparer; ces substances sont : l'acide titanique, l'acide chromique ou l'oxide de chrôme, la zircone et l'oxide de fer, provenant évidemment d'alliage de chrôme et de fer, de titane et de fer ainsi que d'hyacinthes, qu'à la simple vue on ne peut point distinguer des autres grains, et qui ne peuvent point être séparés par le lavage.

L'auteur a trouvé que pour séparer l'osmium de la masse (préalablement brûlée avec le nitrate de potasse), la méthode suivante est préférable en quelque sorte à celle qu'il avait d'abord indiquée. On mêle la masse brûlée avec de l'eau, de ma-

nière que toutes les parties salines se dissolvent; on verse le mélange dans une cornue tubulée, et on décante la solution devenue claire. On ajoute ensuite une nouvelle quantité d'eau, et quand le liquide s'est clarifié, on le décante une seconde fois. Les liquides décantés contiennent des sels de potasse, dans lesquels les acides nitrique, chromique et silicique, ainsi que le sesquioxidule d'iridium et le bioxide d'osmium, jouent le rôle d'acides : ces derniers cependant sont en petite proportion. Par la distillation avec l'acide hydrochlorique dans une cornue, on peut en retirer tout le bioxide d'osmium.

Le résidu du fond de la cornue peut être traité de deux manières, par l'acide hydrochlorique ou bien par l'acide nitrique.

1. *Action de l'acide hydrochlorique.* On verse sur le résidu une assez grande quantité de cet acide pour que toutes les parties solubles soient dissoutes, et on distille ensuite au bain-marie aussi long-temps qu'une épreuve, qu'on aura prise par la tubulure de la cornue, aura la moindre odeur d'osmium. Le produit de la distillation est une solution de bioxide dans l'eau, avec un peu de chlore. Le résidu dans la cornue, traité avec un peu d'eau, donne un liquide d'un vert plus ou moins foncé, et dont la couleur provient du chlorure de chrôme. Lorsque ce liquide est enlevé par le filtre, et qu'on lave dans l'alcool la partie non dissoute, on peut emporter complètement le sel vert, et il reste alors sur le filtre le chlorure double de potassium et d'iridium. Le liquide vert ainsi que le liquide alcoolique se troublent lorsqu'ils sont étendus d'eau et chauffés; il se précipite une poudre blanche, qui a l'aspect de l'acide titanique, mais qui contient, outre celui-ci, de la silice et de l'oxide de zirconium.

2. *Action de l'acide nitrique.* On emploie une forte proportion de cet acide, et on distille le mélange au bain-marie en continuant l'opération jusquà ce qu'une épreuve, retirée de la cornue, n'ait plus aucune odeur d'osmium bien qu'elle aurait encore une saveur acide. Si tout l'acide est saturé, il faut en ajouter une nouvelle quantité, sans quoi il restera beaucoup d'osmium dans le résidu. Cette méthode ne donne pas, il est vrai, tout l'osmium, mais elle en donne cependant beaucoup plus que le procédé d'abord indiqué par l'auteur; de plus, le produit de la distilla-

tion ne contient pas de chlore ni d'acide nitrique. La masse qui reste dans la cornue est composée de nitrate de potasse et d'une certaine quantité de nitrate d'iridium, qui se dissout dans l'eau avec une couleur pourpre foncé. Après l'évaporation jusqu'à siccité, le sel présente tous les caractères du nitrate d'oxidule d'iridium. La partie qui n'est pas dissoute par l'eau est bien lavée et traitée par l'acide hydrochlorique : on obtient alors une masse verte, qui dégage du chlore, et qui se dissout en majeure partie, pour peu que l'on continue la digestion. Cette dissolution contient du sesquichlorure, qui, de cette manière, peut être obtenu en grande quantité, et libre du double sel de potassium. La solution est un liquide noir, tirant sur le jaune, qui, lorsqu'on le soumet à l'évaporation, fournit une masse également noire, non cristalline, et se liquéfiant à l'air libre. Lorsqu'elle contient trop peu de chlorure de potassium ou d'ammonium qu'il n'en faut pour former un double sel, et que dans ce cas on la fait évaporer à la température ordinaire de l'atmosphère, on obtient des doubles sels, qui ne cristallisent point non plus, mais qui restent secs au contact de l'air. Enfin lorsqu'on ajoute les sels alcalins en excès, ou qu'on chauffe le liquide après cela, on observe une couleur vert-sâle, et il se dépose du chloride double. Le chlorure de sodium n'opère point cette décomposition, et il donne un double sel déliquescent, d'un noir intense.

On obtient le chloride d'iridium en traitant la masse insoluble dans l'acide nitrique par l'eau régale (faite avec des acides très-concentrés), et en évaporant lentement à une température de + 40° la solution filtrée. On ne peut pas l'avoir tout-à-fait libre de sesquichlorure, qui se forme pendant l'évaporation. Cette opération terminée, on a une masse fendillée, divisée en une poudre grossière, d'une couleur noire, ou d'un rouge foncé aux angles transparens, ne présentant pas la moindre trace de cristallisation, et attirant l'humidité de l'air. La dissolution aqueuse est noire, ou bien d'un jaune fuligineux, lorsqu'elle est étendue ; déjà à un faible degré de concentration, elle se rapproche de la consistance de l'huile.

Lorsqu'on prend le sesqui-oxidule d'iridium, tel qu'on l'obtient par la décomposition du sel de potassium en chauffant celui-ci avec un excès de carbonate de potasse, et lorsqu'après

l'avoir lavé avec de l'eau et de l'acide hydrochlorique, on l'exprime fortement entre deux feuilles de papier gris, jusqu'à ce qu'il soit à moitié sec, pour le laisser sécher ensuite sans pression, on obtient une masse cohérente, qui, chauffée à blanc pendant une demi-heure et dans un creuset couvert, se réduit, en conservant sa forme et en acquérant une dureté telle qu'elle ne saurait être brisée à moins d'un grand effort.

Dans cet état l'iridium a tout-à-fait l'aspect du platine; il est susceptible d'être poli, mais il se réduit facilement en poudre, si le polissoir n'est pas guidé par une main légère. Le marteau, quoiqu'on fasse, le divise toujours en petits morceaux; il est facile de le piler et de le pulvériser. Un morceau de cet iridium, saisi avec une pince de platine, et porté dans la flamme d'une lampe à éther (attisée par un courant continu de gaz oxigène) n'éprouva pas le moindre changement de forme, pas même aux angles, quoique la chaleur ait été tellement forte qu'un bout de la pince fondit. La couleur devint seulement plus blanche, plus semblable à celle de l'argent. Un autre morceau fixé au bout d'un tuyau de pipe et chauffé jusqu'à ce que la terre alumineuse fondît tout autour de l'iridium en une sorte de verre, comme un flux, ne manifesta pas les moindres signes de fusion, et se laissa pulvériser tout aussi facilement qu'avant l'opération. L'iridium paraît donc rivaliser avec le charbon pour ce qui concerne l'infusibilité. Il est vrai que Children est parvenu une fois, avec son immense batterie hydro-électrique, à fondre l'iridium en une boule poreuse; mais son iridium était-il bien libre de platine? Le poids spécifique de la masse fondue, quoique poreuse, était de 18,68; tandis que M. Berzelius a trouvé que l'iridium le plus pur, réduit avec du gaz hydrogène, n'avait, à l'état de poudre, qu'un poids spécifique de 15,8629; lorsque les morceaux étaient cohérens, ce poids ne s'élevait qu'à 15,588. La différence dépendait, comme on pense bien, de la porosité de ces derniers. L'auteur observe toutefois que ces morceaux avaient préalablement séjourné dans l'eau placée dans le vide. Il est permis d'après cela de penser que l'iridium de Children contenait du platine, qui a favorisé la fusion.

L'iridium a une grande affinité pour le carbone. Un morceau de ce métal, exposé à une flamme d'alcool, se couvrit bientôt d'une végétation de charbon, analogue à celles qu'on observe

sur les chandelles non mouchées. Quand ces végétations eurent acquis un certain volume, M. B. les jeta dans l'eau, et lorsqu'il s'en était procuré une suffisante quantité, il les brûla : il observa alors que cette masse noire, après avoir été séchée dans le vide, fournissait à la chaleur rouge un résidu de 80,2 d'iridium métallique; conséquemment 19,8 de carbone s'étaient dégagés. La combinaison peut donc être représentée par la formule $\dot{I}r\ C^4$. Le carbure d'iridium est noir, il tache la peau et est doux aux toucher, absolument comme le noir de bougie. Chauffé faiblement, il brûle sans flamme, et reste en ignition après qu'il est retiré du feu. Le morceau d'iridium compact, sur lequel le carbure s'était amassé, était d'un gris foncé et imprégné de carbone de part en part. L'auteur n'a pas recherché dans quelle proportion le carbone y est combiné, parce qu'il n'est pas probable que ce corps s'unisse dans des proportions déterminées.

Lorsqu'on ajoute de l'acide sulfurique à une dissolution d'iridium, et qu'on y plonge du fer pour opérer une réduction, le liquide prend bientôt une teinte gris-verdâtre, et se trouve contenir du chlorure. Si on fait digérer le liquide après cela, il se précipite une poudre pesante qui a la même couleur, et qui est formée de sulfate de fer et de sulfate acide d'oxidule d'iridium. Par la chaleur, ce précipité devient rouge, et quand on le dissout ensuite dans l'acide hydro-chlorique, il reste au fond du verre une quantité notable d'iridium métallique.

Dans son premier travail, M. Berzelius cherchait à prouver que l'osmium avait un sesquioxidule, quoiqu'il ne pût pas réussir à le présenter isolé. (Voyez le *Bulletin ;* Tom. XI, page 230; mars 1829). Il a trouvé depuis ce temps qu'on l'obtenait facilement en mêlant du bioxide d'osmium avec de l'ammoniaque caustique. Lorsqu'on dissout du bioxide solide dans l'ammoniaque caustique, le mélange s'échauffe; le bioxide fond en gouttes jaunes qui tombent au fond du vase pour se convertir en une masse fixe, d'un jaune brunâtre, non cristalline, et qui est l'osmiate d'ammoniaque. Celui-ci se dissout dans l'eau avec une belle couleur jaune, et peut être conservé sans se décomposer. Mais lorsqu'on ajoute à la dissolution du bioxide un grand excès d'ammoniaque, on observe après quelque temps, et même après quelques heures, en en-

ployant la chaleur, que le liquide prend une teinte plus obscure, et qu'il finit par devenir noir et perdre sa transparence : dans ce cas il se dégage de l'azote avec une légère effervescence, et le bioxide se transforme en sesquioxidule, dont une partie se dépose sur les parois du vase sous forme d'un enduit jaune-brun et transparent. On peut laisser le flacon bouché jusqu'à ce que la couleur soit devenue brun foncé; ensuite on le débouche et on le couvre simplement; dès-lors il ne se volatilise plus de bioxide. Enfin on fait évaporer la liqueur foncée dans un vase ouvert jusqu'à ce que tout l'excès d'ammoniaque ait été chassé ; puis on porte le sesquioxidule sur un filtre et on le lave. Il se présente alors sous forme d'une poudre brune foncée, insoluble dans l'eau, et contenant de l'ammoniaque chimiquement combinée. Chauffé après la dessiccation, il se décompose en se boursoufflant, comme une herbe humide, et forme un champignon. Lorsqu'on le fait bouillir avec la potasse caustique, et qu'on le lave, il acquiert la propriété de produire des détonnations; mais ce n'est toujours que la portion mise immédiatement en contact avec la chaleur qui produit ce phénomène; les autres portions sont emportées sans détonner. Le liquide dans lequel cet osmium fulminant se précipite, est ordinairement jaune ou brun, et il contient un double sel qui est un nitrate ou un hydrochlorate d'ammoniaque et d'osmium : ce dernier métal peut en être retiré lorsqu'on le précipite par la potasse caustique et qu'on fait évaporer l'ammoniaque. L'opération réussit assez bien aussi avec le carbonate de soude; mais le carbonate de potasse a l'inconvénient de dissoudre le précipité, ou de ne pas précipiter tout l'osmium. L'auteur dit avoir aussi essayé d'obtenir le sesquioxidule libre d'ammoniaque, en ajoutant au double sel (avec l'acide hydro-chlorique) un excès de carbonate de potasse, en filtrant, en évaporant à siccité pour chasser les dernières traces d'ammoniaque, en saturant ensuite l'alcali par l'acide hydrochlorique, et en ajoutant de la potasse caustique; mais le sesquioxidule ainsi obtenu se décomposait aussi à la chaleur rouge avec un dégagement violent de gaz, et la poudre d'osmium réduit était dispersée de cette manière.

Lorsqu'on verse de l'acide hydro-chlorique concentrée sur la combinaison de sesquioxidule et d'ammoniaque, cette dernière

se dissout, et la dissolution présente tout-à-fait l'aspect d'un sel de sesquioxidule d'iridium. Si on l'évapore à siccité, elle fournit une masse saline, qui est noire, nullement cristalline, et qui n'attire point l'humidité de l'air. Dans le cas où la dessiccation a été forte, le sel ne se dissout pas toujours complètement, et le dépôt qu'il laisse est un sel basique, qui se présente sous forme de flocons bruns, insolubles. Si on chauffe ce sel dans une cornue, il devient à demi fluide, se boursouffle, dégage de l'acide hydro-chlorique et laisse de l'osmium réduit pour résidu. Pour empêcher que la masse ne se boursouffle dans cette circonstance, on peut la mélanger, avant qu'on ne la chauffe, avec le tiers de son poids, ou plus encore, de sel ammoniac. C'est là la manière la plus facile et la plus sûre d'obtenir sans perte de l'osmium réduit. Celui-ci constitue une masse cohérente, poreuse, boursoufflée, d'un gris-bleuâtre, d'un fort éclat métallique, mais d'une faible tenacité. On ne peut être certain que tout le sel est décomposé, que lorsque le dégagemen de gaz acide hydro-chlorique a entièrement cessé; et il faut ordinairement que la masse devienne rouge au fond avant que la décomposition ne soit terminée. L'hydro-chlorate d'ammoniaque sublimé ne contient pas d'osmium.

Le double sel de sesquioxidule avec le chlorure d'ammonium se dissout dans l'alcool, quoiqu'en moindre proportion que dans l'eau. La dissolution n'est pas décomposable par le fer. Le zinc précipite des traces d'osmium; mais la majeure partie reste dans la dissolution, même quand on a recours aux acides libres et à la chaleur.

La combinaison du sesquioxidule avec l'ammoniaque se dissout aussi dans d'autres acides, avec lesquels elle produit des doubles sels incristallisables. Le *sulfate* est brun; un excès d'acide sulfurique peut être évaporé sans qu'il se réduise d'osmium, mais le sel qui reste après cette évaporation se dissout incomplètement dans l'eau, dans laquelle il laisse un résidu de sel basique. Le *nitrate* est peu soluble dans l'eau, et il se précipite de la dissolution neutre (qui a été faite à chaud) sous forme d'une poudre brune, en tout semblable au dépôt brun-foncé des extraits. Quand on fait évaporer une dissolution acide de nitrate, elle laisse pour résidu une matière analogue aux extraits. Chauffé, ce sel brûle comme une fusée, et disperse l'os-

mium tout autour sous forme d'une poudre noire non métallique. L'auteur n'a pas fait de recherches avec d'autres acides.

KUHN.

173. SUR LA PRÉPARATION DE QUELQUES BROMURES ET DU CYANURE DE ZINC; par M. HENRY fils. (*Journ. de Pharmac.*; févr 1829, p. 49.)

M. Henry fils décrit les procédés qu'il a employés pour préparer les bromures que les hôpitaux de Paris emploient. Il pense, en les publiant, faire une chose utile pour ses confrères, qui seront dans le cas de les préparer pour les usages de la médecine.

Perbromure de fer. Fe. Br^3.

Il prend un poids donné de brôme, il le met dans une capsule de porcelaine avec 20 fois son poids d'eau distillée, et il y ajoute de la limaille de fer. Il chauffe légèrement jusqu'à ce que la liqueur ait une teinte verdâtre; il filtre. La liqueur renferme du proto-bromure qui précipite en blanc par la potasse, et dégage une odeur très-remarquable, semblable à l'odeur de mousse de Corse. Il évapore jusqu'à siccité; la matière restante est d'un rouge orangé, en partie soluble dans l'eau; ce qui ne se dissout pas est du peroxide de fer. La liqueur soluble, évaporée de nouveau, donne un dépôt de couleur briquetée très-déliquescent, soluble dans l'alcool. Les acides sulfurique et hydro-chlorique en dégagent des vapeurs blanches très-acides.

Ce perbromure est composé d'un atôme de fer	15,27
de trois atômes de brôme......	84,73
	100

Bromure de magnésium. Magn. Br^2.

Le bromure de fer, bouilli avec de l'oxide de magnésium en excès, filtré, et évaporé à siccité, dissous et cristallisé, donne des aiguilles prismatiques solubles dans l'eau et dans l'alcool, d'une saveur fraîche et amère, précipités par l'ammoniaque en flocons blancs.

Composition, 1 atôme de magnésium.	7,760
2 at. de brôme........	92,240
	100

Bromure de calcium Ca. Br².

On remplace l'oxide de magnésium par de l'oxide de calcium. Le précipité de vert passe au rouge briqueté. Il cristallise en aiguilles prismatiques. L'acide sulfurique en dégage du brôme et de l'acide sulfureux.

Composition,	1 atôme de barium.....	11,974
	2 at. de brôme........	89,026
		100

Bromure de barium. Ba. Br².

On décompose le bromure de fer par un excès de carbonate de baryte humide, on filtre et on évapore jusqu'à siccité. On reprend par de l'eau pure, et une évaporation ménagée donne des prismes rhomboédriques, blancs, solubles dans l'alcool, saveur amère et nauséabonde, indécomposables par la chaleur.

Composition,	1 atôme de barium.....	31,75
	2 at. de brôme.........	68,31
		10006

On peut employer ce sel pour se procurer d'autres bromures, par la voie des doubles décompositions, en employant les sulfates.

Bromure de potassium. K̈. Br².

On décompose le bromure de fer par le carbonate de potasse pur, on chauffe pour faire passer le fer au maximum d'oxidation, le bromure cristallise en cube, il se fond sans se décomposer.

Composition,	1 atôme de potassium...	26,548
	2 at. de brôme........	73,452
		100

Proto-bromure de mercure. Hydr. Br.

Par double décomposition du bromure neutre de potassium et du nitrate de mercure étendu d'eau, il se fait un précipité pâle, qui, quand il a été lavé, peut, à une chaleur assez forte, se volatiliser sous forme d'aiguilles jaunes à chaud, et blanchâtres à froid.

Composition,	1 atôme de mercure....	57,36
	1 at. de brôme.........	42,63
		100

Deuto-bromure de mercure. Hydr. Br².

On prend parties égales de deuto-sulfate de mercure et de

bromure de potassium bien sec, on les introduit dans un matras et on les sublime à une chaleur assez forte, on obtient un proto-bromure insoluble dans l'eau, et un deuto-bromure soluble, que l'on peut obtenir en aiguilles soyeuses par cristallisation humide ou sèche. Odeur très-pénétrante, précipité jaune par la potasse, rouge par le chromate de potasse.

Composition,	1 atôme de mercure....	59,47
	2 at. de brôme........	46,53
		100

Ces bromures sont tous décomposés par le chlore. Les cristaux qu'ils donnent sont tous fort beaux. M. Henry promet une longue suite de travaux, quand les médecins en auront constaté l'efficacité.

Cyanure de zinc.

Dans la pharmacie on demande assez souvent ce sel. Le procédé en a été publié dans la Pharmacopée de MM. Henry et Guibourt. Depuis, ils y ont apporté quelques modifications insérées dans les additions à leur Pharmacopée. Comme tous les pharmaciens ne sont point en possession de ce traité théorique et pratique, M. Henry fils pense qu'il peut être utile de décrire le procédé qu'il suit à la Pharmacie centrale pour se procurer ce sel.

Le ferro-cyanure de potassium exempt de sulfate est transformé en cyanure de potassium charbonneux, d'après le procédé de M. Robiquet. Il traite ce sel par l'eau, et il le décompose par du sulfate de zinc; il se forme un précipité blanc mat, très-beau, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Par la chaleur, l'acide hydro-cyanique se décompose.

Composition, la théorie d'accord avec l'analyse;

1 atôme de zinc.....	64,12
2 at. de cyanogène...	38,88
	100

CH. DE FILIÈRE.

174. SUR LA PRISE DU PLATRE; par M. GAY-LUSSAC. (*Annales de Chim. et Phys.*; avril 1829, p. 436.)

On a attribué la solidité du plâtre de Paris à un peu de carbonate de chaux dont la chaux serait mise à nu; mais la calci-

nation ne s'opère pas à plus de 150, et le mélange n'améliore pas le plâtre. M. G. L. pense que cette du vient d'un arrangement moléculaire. G.

175. SUR LA PRODUCTION DE L'OUTREMER ARTIFICIEL; KUHLMANN. (*Ibid.*; p. 439.)

M. K. a observé que le pont de beaucoup de fours bère où l'on calcine le sulfate de soude est recouvert d'ou

176. SUR LA COMBINAISON DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE AV OXIDES DE MERCURE; par M. TROMMSDORFF. (*Neues Jo Pharmacie von Trommsdorff*; T. XVII, p. 263, 1828.)

L'acide phosphorique, comme on sait, forme avec le me un phosphate oxidé et un phosphate oxidulé. Le phos acide, préparé par Bucholz, n'est rien autre chose qu'une solution de phosphate neutre d'oxide de mercure dans l'a phosphorique, et en des proportions très-variables.

L'auteur, qui s'est occupé de ces combinaisons, sous le rap stœchiométrique, a trouvé la composition suivante :

Sur 100 parties de phosphate d'oxide de mercure,

acide phosphorique..... 24,78.
oxide de mercure...... 75,20.

et sur 100 parties de phosphate d'oxidule de mercure,

acide phosphorique..... 14,40.
oxidule de mercure..... 85,90. K.

177. PROCÉDÉ POUR RECONNAITRE LES PLUS PETITES TRACES D'ARSENIC COMBINÉ AVEC LE SOUFRE; par MM. GEIGER et REIMANN. (*Journal de Pharmacie*; janv. 1829, p. 11.)

Le soufre dans lequel on soupçonne de l'arsenic, doit être réduit en poudre et mis à digérer avec de l'ammoniaque, puis filtré. S'il y a de l'arsenic, en neutralisant la liqueur par de l'acide hydrochlorique, il se fera un précipité jaune. Le précipité n'ayant pas lieu, on doit évaporer jusqu'à siccité, traiter le résidu par de l'ammoniaque, saturer par de l'acide hydrochlorique; puis, par l'addition d'acide hydrosulfurique, on obtiendra un précipité jaune, quand la liqueur ne contiendra que 0,00061 d'arsenic en combinaison avec le soufre. Ch. de FILIÈRE.

Le Dr W. Herschell a découvert que le mélange de [illegible] d'argent avec l'hyposulfate de soude, substances [illegible]ement amères, produit la substance la plus douce [illegible] preuve de notre complète ignorance de la manière [illegible] objets affectent notre organe du goût. Ainsi, l'amer et [illegible], aussi bien que l'aigre, paraissent ne point être une [illegible] essentielle dans la matière elle-même, mais dépendre de [illegible]portion des mélanges dont elle est formée. (*London and* [illegible] *observer*; 10 mai 1829, p. 304.)

Moyens de neutraliser l'action des alcalis végétaux sur l'économie animale; par M. Donné.

[illegible] Donné, qui avait présenté l'année dernière à l'Académie un [illegible]oire sur l'action que l'iode et le brôme exercent sur les [illegible]lis végétaux, a obtenu des composés qui paraissent définis [illegible] le chlore, le brôme, et l'iode, les mêmes alcalis qui ne [illegible]t pas décomposés dans cette action, car on peut les séparer [illegible] le moyen d'un acide.

Des iodures, bromures et chlorures de strychnine à la dose [illegible]2 gr. 1/2 n'ont donné lieu à aucun accident chez les chiens.

Un chien auquel on a donné 1 g. de strychimie n'a éprouvé aucun accident en lui administrant aussitôt de la teinture d'iode. Du chlore mêlé d'alcool a produit le même effet sur un animal qui avait avalé 2 g. de brucine.

2 g. de vératrine ou de brucine n'ont produit aucun effet par l'emploi de la teinture d'iode. Le brôme n'a pas produit les mêmes effets avantageux.

M. Donné pense que l'iode et le chlore peuvent servir de contrepoisons des alcalis végétaux.

180. Essais sur la formation des alcoates composés définis de sels et d'alcool analogues aux hydrates; par Th. Graham. (*Transact. of the roy. Society of Edinburgh*; Tom. XI, part. I, p. 175.)

L'alcool absolu est difficile à obtenir, même par le procédé de Richter, à moins de le distiller deux fois sur le chlorure de calcium, et on le porte alors à 0, 79 l. de densité Ce procédé est long et on perd beaucoup d'alcool. La chaux vive est préférable, mais l'alcool contient un peu d'éther et a un odeur empyre-

matique. M. Graham préfère concentrer l'alcool en le plaçant dans le vide à côté de fragmens de chaux. Ce procédé est long, mais très-avantageux. On peut opérer cette concentration par ce procédé sans avoir recours au vide, mais il faut beaucoup plus de temps. L'acide sulfurique pourrait servir aussi, mais il absorbe beaucoup de vapeur d'alcool.

M. G. ayant trouvé que le chlorure de calcium attire la vapeur d'alcool et y tombe en *deliquium*, fut conduit à examiner quelques combinaisons de l'alcool avec des sels; on les forme en dissolvant à chaud les sels dans l'alcool absolu, d'où les *alcoates* se déposent en cristaux par le refroidissement. Les formes sont ordinairement confuses, quelques-uns ont des formes singulières, ils sont transparens, mous, facilement fusibles dans leur *alcool de cristallisation*, qui est en général très-considérable, s'élevant quelquefois aux 3/4 du poids des cristaux.

Alcoate de chlorure de calcium. — Le chlorure fondu se dissout facilement à 60° F. dans l'alcool absolu, et produit quelquefois tant de chaleur qu'il fait bouillir la liqueur. La quantité de sel dissous augmente avec la température; à 170°, point d'ébullition de l'alcool; 10 d'alcool dissolvent 7 de chlorure, la liqueur transparente bout à 195°; par le refroidissement, elle donne des lames cristallines, présentant des triangles isocèles qui sont groupés de manière à former des carrés ou des parallélogrammes rectangles divisés par deux diagonales; la solution concentrée donne des cristaux plus marqués que les solutions faibles. Ces cristaux se déforment quand on les retire de la liqueur; à l'air, ils se fondent et attirent l'humidité; ils se fondent à la chaleur de la main. A l'analyse, ils donnent 1 atôme de chlorure et 3,5 d'alcool ou 2 atômes et 6.

Alcoate de nitrate de magnésie. — 4 parties d'alcool en dissolvant 1 de nitrate de magnésie à 60° F., et l'alcool bouillant plus de la moitié de son poids. Par le refroidissement, il s'en précipite beaucoup en cristaux à-peu-près semblables aux précédens, souvent plus petits et moins réguliers; la masse principale est en écailles d'une teinte et d'une blancheur remarquable.

Séché sur du papier Joseph, cet alcoate flotte à la surface d'une dissolution saline de 1,1 densité, se fond par la chaleur, bout et perd beaucoup d'alcool; il contient 1 atôme de nitrate et 9 d'alcool.

Alcoate de nitrate de chaux. — L'alcool bouillant, saturé de ce sel, donne une liqueur qui ne produit que difficilement des cristaux. Ceux-ci contiennent deux atômes de nitrate de chaux et 5 d'alcool.

Alcoate de proto-chlorure de manganèse. — L'alcool dissout une grande quantité de ce sel, il cristallise en plaque dont les bords sont couverts d'aspérités. Il contient 1 atôme de chlorure et 3 d'alcool.

Alcoate de chlorure de zinc. — La dissolution peut être si visqueuse, que le vase qui la contient soit renversé sans qu'elle tombe; elle donne de petits cristaux irréguliers. Une solution visqueuse, qui donna des cristaux, fut trouvée formée de 20 de chlorure et 7 d'alcool. Cet alcoate renferme 2 atômes de chlorure et 1 d'alcool.

L'auteur a aussi formé des alcoates de chlorures de magnésium et de proto-chlorure de fer, mais en trop petites quantités pour déterminer leurs proportions.

M. Graham croit qu'il peut se former des combinaisons solides de la même classe que les hydrates et les alcoates, entre le deutoxide d'azote et des sels. La quantité de gaz absorbé ne dépend pas de l'oxigène de l'oxide, car le proto-chlorure de fer absorbe le deutoxide d'azote, presque aussi abondamment que le proto-sulfate; et la solution alcoolique du chlorure, quoiqu'elle ne contienne ni eau ni oxigène, absorbe plus de gaz que la solution aqueuse. M. G. imagine que le deutoxide d'azote est absorbé par le chlorure de fer, comme la vapeur d'eau ou d'alcool, par la tendance du chlorure à tomber en *deliquium en quelque manière* dans une atmosphère de ce gaz, et à une température très-basse que nous ne pouvons peut-être pas obtenir, ils pourraient peut-être former un composé neutre. G. de C.

181. Sur la composition de l'acide malique; par M. Frommherz. (*Jahrbuch der Chemie und Physik*; T. XVII, p. 1.)

Nous avons, comme on sait, des données très-différentes sur la composition de l'acide malique; dans ce cas sont celles fournies par MM. Vauquelin et Dôbereiner. M. Frommherz en a fait depuis une nouvelle analyse, qui, d'après tout ce qu'il paraît, se rapproche beaucoup plus de la vérité. Ce chimiste y procéda en brûlant le malate de plomb avec l'oxide de cuivre; il a trouvé

dans le sel de plomb fondu 39,375 parties d'acide malique et 60,625 p. d'oxide de plomb, et il a obtenu pour résultat de trois analyses de l'acide :

carbone....	28,261....	29,268....	29,326
oxigène....	67,391....	65,854....	66,041
hydrogène..	4,348....	4,878....	4,633

100 parties d'acide malique saturent 159 p. d'oxide de plomb, dont l'oxigène est 11 ; or $6 \times 11 = 66{,}00$, ce qui prouve suffisamment que l'acide contient 6 atômes d'oxigène. La quantité de l'hydrogène s'accorde avec 7 atômes ; la quantité du carbone ne donne point de nombre entier pour les atômes, mais elle s'accorde exactement avec la valeur $3 \frac{1}{2}$.

En calculant d'après cette donnée, on obtient le résultat suivant :

carbone......	29,357
oxigène.................	65,863
hydrogène...............	4,780.

Ainsi le calcul s'accorde, autant qu'il est possible, avec les résultats de l'analyse ; mais $\frac{1}{2}$ atôme est contraire à toutes les idées théoriques sur les proportions atomistiques, et il faut qu'il résulte de ces recherches ou bien que l'acide malique contienne $7C + 14K + 12O$, ou bien que l'acide carbonique ne soit formé que d'un atôme de carbone et d'un atôme d'oxigène. K.

182. Sur la résine d'indigo et le tannin artificiel ; par le Dr Buff. (*Annales de physique et chimie ;* novembre 1828, page 292.)

Déjà M. Chevreul avait obtenu les produits suivans, de la décomposition de l'indigo par l'acide nitrique étendu d'eau : de l'acide indigotique, une substance résineuse brune, et une liqueur huileuse visqueuse, et colorée en rouge d'aurore ; cet habile chimiste les supposait composés d'amer d'indigo, d'acide indigotique et d'acide nitrique. M. Buff a examiné de plus près la nature de ces corps.

L'acide nitrique lui paraît, comme à M. Chevreul, être une partie essentielle des deux substances ; mais, selon lui, la substance résineuse est une combinaison, ou plutôt un mélange intime de tannin artificiel et de matière brune et friable ; enfin ces divers produits ne diffèrent que par la proportion de leurs principes constituans.

Le même auteur a remarqué que la quantité d'acide indigotique produit, variait en raison inverse de la quantité d'indigo traitée, c'est-à-dire que plus on obtient d'acide, moins on aperçoit de matière brune ; ce qui fait penser à M. Buff que *l'indigo* n'est pas décomposé par l'acide nitrique, mais seulement oxigéné, sans former en même temps d'autres produits.

Ainsi, admettant *l'indigo* sans hydrogène, on a

indigo blanc.	*indigo bleu.*	*acide indigotique.*	*ac. carbazotique.*
Azote.... 2	2	2	4
Carbone.. 15	15	15	10
Oxigène.. 0	2	10	10

Cet exemple nous présente un corps *d'origine organique* qui partage avec les corps simples, la propriété de se combiner avec l'oxigène en deux proportions différentes.

EDOUARD LAUGIER.

183. MÉMOIRE SUR L'ACIDE PECTIQUE ET LA RACINE DE CAROTTE; par M. VAUQUELIN. (*Ibid.*; mai 1829, p. 46.)

Le suc de pulpe de carotte a une odeur particulière et une saveur douceâtre; il est opaque et s'éclaircit difficilement par la filtration, rougit un peu le tournesol, précipite fortement l'acétate de plomb. Le précipité, traité par l'hydrogène sulfuré, donne un liquide qui contient de l'acide malique. Ce suc calciné donne un résidu formé de chaux et de potasse, combiné aux acides phosphorique, hydro-chlorique et carbonique. Le suc, chauffé à l'ébullition, précipite des flocons d'albumine et se clarifie; les flocons, traités par l'alcool, donnent un corps résinoïde et de la mannite. Ce résultat est contraire à celui qu'a obtenu M. Laugier, qui n'a rencontré la mannite que dans le suc altéré.

La matière résinoïde que l'on retrouve en petite quantité aussi dans le résidu, est jaune, soluble dans les corps gras et l'éther, qui laissent de l'albumine pure.

Le suc de carotte éclairci par l'ébullition et filtré a donné à l'alcool à 40° une solution épaisse comme de la mélasse, qui n'a pu cristalliser, et qui fermente très-bien par le moyen de la levure. Le liquide séparé de l'alcool ne donne pas de mannite.

La portion insoluble dans l'alcool à 40°, traitée par le même

liquide à 25°, donne à celui-ci une matière colorante et une sucrée, et contient de l'azote. La partie insoluble dans l'alcool, de plus en plus faible, donne un précipité blanc insoluble dans l'eau même à chaud, soluble en partie dans les acides et les alcalis faibles en donnant des dissolutions gélatineuses; brûlée en vase clos cette matière ne donne pas de produits azotés. On peut l'obtenir d'une autre manière en abandonnant à lui-même le suc de carotte éclairci par l'ébullition; après quelques jours, il donne une odeur de vinaigre, prend la consistance du blanc-d'œuf et offre alors une singulière indifférence de décomposition. En trois mois la substance n'avait pas changé, et cet effet paraît dû à la matière insoluble dans l'eau.

Les carottes contiennent une très-petite quantité d'amidon.

Le marc épuisé par l'eau distillée, n'est pas acide; mais par la potasse étendue on obtient une dissolution gélatineuse qui précipite fortement le muriate de chaux. Le précipité, lavé et traité par l'acide hydro-chlorique, donne l'acide pectique. Pour avoir cet acide blanc, il faut préparer du pectate de baryte que l'on décompose par l'acide sulfurique. Mais comme il faut employer pour ces diverses expériences de l'eau distillée, M. Vauquelin a cherché un autre procédé pour le préparer.

Des carottes de Flandre, jaunes, rapées et exprimées ont été lavées jusqu'à ce que l'eau sortît limpide; on a formé une bouillie claire avec le marc et de l'eau contenant 5 parties de bi-carbonate de potasse pour 100 de marc, la liqueur bouillie et passée par expression, on en sépare par l'acide hydro-chlorique, l'acide pectique, beaucoup plus blanc que par le procédé ordinaire. On peut aussi obtenir de l'acide pectique par le carbonate de soude.

En chauffant l'acide pectique avec une dissolution de potasse dans un creuset de platine, le mélange devient brun; en évaporant doucement, le résidu devient blanc, et en saturant par l'acide nitrique, il ne se précipite pas d'acide pectique; par le nitrate d'argent, on obtient de l'oxalate d'argent.

De l'acide pectique bouilli 1 heure avec du lait de chaux perd son état gélatineux, et se transforme en oxalate de chaux.

G. DE C.

184. SUR LA FORMATION DU CYANURE DE POTASSIUM. (*Ibid.*; mai 1828, p. 280.)

Se fondant sur une expérience de Scheele d'après laquelle un mélange de charbons de potasse et de sel ammoniac chauffé au rouge donne une substance qui, lessivée, produit beaucoup de bleu de Prusse, l'auteur de cette note pensant que l'ammoniaque qui se produit en grande quantité dans la calcination des matières animales, jouait un grand rôle dans la formation du cyanure, fit passer du sel ammoniac sur un mélange de carbonate de potasse et de charbon chauffé au rouge dans un tube; la substance, lessivée, donna du bleu de Prusse par les sels de fer. Avec du carbonate d'ammoniaque on obtint le même résultat : pour confirmer ce résultat, l'auteur mit au fond d'un canon de fusil une once de corne de cerf rapée, et par-dessus 4 gros de carbonate de potasse purifié, avec 2 gros de charbon. La partie du tube où était le carbonate de potasse étant chauffée au rouge, on éleva la température de la matière animale : on obtint de la lessive 48 grains de bleu de Prusse; et la même quantité de matière calcineé dans un creuset ne produisit que 26 grains.

4 gros de sang desséché, calciné dans un creuset, avec 4 gros de potasse, ne donnèrent que 28 grains de bleu; et dans le canon du fusil on en obtint 48 grains.

D'après cela l'auteur de cette note pense que le cyanogène se forme aux dépends de l'ammoniaque provenant de la décomposition de la matière animale, et cela expliquerait l'augmentation de produit dans l'expérience citée, où tout le sel ammoniac est utilisé.

Les essais faits pour opérer en grand ont été peu satisfaisans parceque l'intérieur de la masse se cyanure mal. Voici cependant un procédé qui servirait à faire à la fois du noir d'ivoire et du cyanure: il consiste à stratifier dans un cylindre des os concassés avec un mélange de charbon et de potasse, et à calciner le tout; en passant le tout au crible, les os restaient séparés : mais ce procédé est plus dispendieux que celui qui est suivi habituellement.

Curaudeau avait remarqué qu'il se formait du cyanure en calcinant à l'air de la potasse et du charbon. L'auteur de la note

en a obtenu en faisant passer de l'azote dans un semblable mélange incandescent.

La soude paraît à l'auteur se cyanurer si mal qu'elle ne peut être employée pour la fabrication du bleu de Prusse. G. de C.

185. Sur la constitution atomique du Cyanure de mercure; par J. Johnston (*Edinb. journ. of sciences;* juin 1829, pag. 119.)

Personne n'ayant déterminé la composition atomique du cyanure de mercure, M. Johnston a fait quelques expériences qui lui ont prouvé que c'était un *Bicyanure.*

Chauffé avec du peroxide de cuivre, ou de mercure, ou le chlorate de potasse, le cyanure de mercure donne pour le cyanogène.

par l'oxide de mercure........	6, 68.
— de cuivre................	6, 54.
le chlorate de potasse.........	6, 407.
moyens...........	6, 54.

c'est-à-dire que 25 grains de mercure sont combinés avec 6, 54 de cyanogène, et ce sel est alors composé de

mercure 1 atôme.............	25.
cyanogène 2.................	6, 5.
Poids calculé.........	31, 5.

On vérifie ce résultat en décomposant le cyanure par la chaleur et faisant détonner le résidu qui est un carbure d'azote. (Voy. *Bulletin* de juillet, p. 76). Avec du chlorate de potasse, on obtient pour produit 6, 676, nombre qui coïncide réellement avec le produit quand on considère la méthode qui a dû être employée.

Il résulte des expériences de M. Johnston que le cyanure de mercure est un bi-cyanure; que 100 grains donnent par la chaleur 31 pouces cubes de cyanogène; que ce qui manque pour former les deux atômes de cyanogène, a formé le carbure solide dans lequel entre à peu près $\frac{1}{6}$ du cyanogène, ou bien que, de chaque 3 atômes de cyanogène, on obtient un atôme dans cet état.

Les cyanures, les sulfo-cyanures, les cyanures rouges mêlés avec le chlorate de potasse détonnent par la chaleur, la friction

et quelquefois la percussion. Le sulfo-cyanure de potassium trituré ainsi dans un mortier détonne avec une flamme pourpre plus facilement et avec beaucoup plus de violence que le soufre. Le même sel, l'acide ferro-cyanique cristallisé et l'acide des cyanoferrures rouges mêlés avec le chlorate détonnent par le choc; tandis que tous les sels de cyanogène, excepté les oxi-cyanures de Wöhler, détonnent par une légère chaleur, ou en frottant seulement la poudre dans un mortier de porcelaine avec l'extrémité cassée d'un tube de verre. Quand le mélange est incorporé dans une suffisante quantité de verre en poudre, on peut le chauffer sans danger, et recueillir les produits gazeux.

G. de C.

186. De la combinaison du chlore avec le prussiate de potasse, *et de la présence de ce composé comme corps étranger dans le bleu de Prusse*; par James Johnston. (*Transact. of the roy. Society of Edinb.*; T. XI, part. I, p. 210.)

Le bleu de Prusse contient de l'alumine et de l'alun en plus ou moindre quantité; par des ébullitions répétées avec l'eau, on peut enlever l'alun, et l'alumine peut être dissoute par la digestion avec l'acide muriatique. Quand on fait digérer le bleu de Prusse avec les alcalis pour former les prussiates, quand on a fait les premières et secondes levées de cristaux, il reste un liquide brun rouge qui ne cristallise pas, ou donne des cristaux de prussiate d'un brun foncé, mêlés avec une plus ou moins grande quantité de matière rouge massive ou en petites aiguilles ou prismes à 4 pans; on les observe particulièrement en fabriquant les prussiates de soude et de chaux, et surtout celui de mercure. M. J. attribue à ces matières étrangères la différence de couleur des précipités que donnent les prussiates avec les dissolutions métalliques.

Le Dr Turner (*Brewster's journ. of sc.*, Tom. V, p. 247) a fait voir que l'on évite toute perte dans la fabrication du cyanure de mercure, en traitant d'abord le bleu de Prusse par l'acide muriatique; mais il n'a pas déterminé la nature des substances étrangères. Pour les obtenir, on n'a qu'à faire digérer du bleu de Prusse ordinaire avec de l'eau, on obtiendra une dissolution neutre qui aura toutes les propriétés du *cyanure de fer et de potassium rouge* que Gmelin a fait connaître.

En examinant ce cyanure, M. Johnston a fait passer du chlore sec sur du prussiate de potasse cristallisé, les 3 atômes d'eau de ce sel furent chassés, et le sel devint d'un jaune de chrôme; ce sel se dissout dans l'eau et donne le *même poids* de cristaux rouges, il peut être regardé comme composé de

1 atôme prussiate de potasse anhydre...				23, 25.
½ atôme chlore....................				2, 25.
		ou		
½ atôme	chlore......	2, 25.	ou	8, 8235.
3	cyanogène..	9, 75.		38, 2353.
1	fer.........	3, 5.		13, 7250.
2	potassium...	10, 0.		39, 2150.
		25, 5.		99, 9900.

ce qui se rapproche beaucoup des proportions de cyanogène données par Gmelin; il y a une différence de 4 o/o pour le potassium et 3 pour le fer.

Il y a 3 manières de considérer la nature de ce composé.

C'est un chloro-cyanure de fer, dans lequel l'acide contient 1 atôme de chlore, 2 de cyanogène uni à 2 atômes de fer. Ou le chlore peut être combiné avec le cyanogène combiné au potassium : 1 chlore, 2 cyanogène avec 4 atômes de potassium; ou enfin il peut être uni avec tout le cyanogène et le fer comme dans l'acide ferro-cyanique, et formant un nouvel acide composé de

1 atôme	chlore.........	4, 5.	31.
6	cyanogène......	19, 5.	
2	potassium......	7, 0.	

et le nouveau sel contient

1 atôme	acide chloro-ferro-cyanique.	31.	51.
4	potassium................	20.	

et ce sel serait un *chloro ferro-cyanure* de potassium. L'auteur admet de préférence cette manière de voir. Cet acide dans ces sels ne contient ni oxigène ni hydrogène, on peut l'obtenir séparé par des procédés que M. J. fera connaître; il cristallise en belles aiguilles à 4 pans et contient de l'eau ou ses élémens.

Ces sels ont une couleur rouge foncée, cristallisent en pyramides à 4 pans ou en prismes rhomboïdaux; en petites aiguilles ils sont d'un jaune d'or; à l'air humide, ils sont décomposés par la chaleur et la lumière, deviennent verdâtres à l'extérieur et il se fait un dépôt vert; ils sont insolubles dans l'alcool et très-

solubles dans l'eau. Leurs solutions chaudes et concentrées ont une odeur particulière approchant de celle du chlore, et à l'exception du sel de plomb, une saveur amère. Le sel de plomb a une saveur sucrée. L'hydrogène sulfuré les décompose, ils deviennent verts et ils déposent du soufre. L'acide sulfurique en dégage du chlore; et les sels de baryte, de strontiane et plomb produisent le même effet par la chaleur. Le mercure les rend verts, devient lui-même verdâtre, et il se fait un précipité bleu, et la liqueur ne précipite plus en *rouge*, mais en *blanc* par l'argent. Ils réagissent fortement sur l'argent qu'ils recouvrent immédiatement de bleu de Prusse. Les oxides métalliques donnent un précipité semblable. Quand ils sont secs ils n'éprouvent rien à l'air, excepté celui de cadmium qui tombe en déliquium. Quelques-uns décrépitent par la chaleur, et brûlent dans la flamme d'une chandelle avec des étincelles blanches, et laissent un résidu brun foncé. Le sel de baryte fond sans brûler sensiblement, et celui de plomb brûle tranquillement comme une mèche en donnant de petits globules de plomb. G. de C.

187. Observations sur un moyen nouvellement proposé de distinguer le sang de divers animaux; par E. Soubeiran. (*Journ. de Pharmacie*; sept. 1829, p. 447.)

M. Soubeiran a répété les expériences de M. Barruel à un très grand nombre de reprises, et en appelant quatre ou cinq personnes et toujours les mêmes, à donner leur avis sur l'odeur que développait le sang. Il résulte de ses essais, faits au milieu du service actif d'un hôpital, qui lui a permis de multiplier beaucoup ses expériences :

1° Que le sang de l'homme et de la femme donnent le plus souvent une odeur semblable, sans qu'il soit possible d'apprécier une différence notable.

2° Que le sang de femme a quelquefois une odeur plus forte que celle de l'homme, et particulièrement pour des femmes brunes et d'une constitution robuste.

3° Que le sang de la femme est quelquefois remarquable en ce qu'il donne une odeur plus faible et un peu différente.

L'odeur du sang des animaux est souvent particulière à cha-

cun. Celle du sang de bœuf et de mouton est toujours un peu plus désagréable que celle du sang de porc. Celles du sang de bœuf et de mouton ne sont pas toujours les mêmes. Le sang du pigeon, du canard et du moineau n'offre rien de remarquable. Le sang d'un orvet a donné une odeur différant à peine de celle du sang de l'homme.

M. S. conclut de ses expériences que l'odorat est un juge trop peu sûr pour se fier à son jugement ; que le sang de quelques animaux peut être reconnu dans quelques cas, mais l'analogie est trop grande, même entre ceux qui sont les plus différens, pour que l'on puisse prononcer avec certitude.

M. S. fait remarquer aussi que le temps, le mélange d'urine, de sueur ou de quelques autres matières animales, peuvent singulièrement changer la nature des résultats.

Examinant ensuite une partie du rapport fait par les experts dans l'affaire du charcutier Bellan, M. S. fait remarquer que malgré l'espèce d'affirmation qu'il renferme relativement à la nature du sang dont le linge était imprégné : 1° un seul expert a reconnu l'odeur de sang de femme; 2° que les experts conviennent que le sang de bœuf n'a pas toujours dégagé la même odeur; 3° que le sang de femme s'est montré variable, et que dans un essai il a donné la même odeur que celui d'homme.

Enfin M. S. conclut qu'il est impossible maintenant de se servir du moyen proposé par M. Barruel dans un cas de médecine légale.

G. DE C.

MÉLANGES.

188. SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES DE HARLEM. Extrait du programme de 1829.

Physique.

La Société propose pour sujet de prix les questions suivantes auxquelles on devra répondre avant le 1er janvier 1831.

1° « Comme les observations et les expériences, par lesquelles M. Dutrochet croit avoir découvert la véritable cause du mouvement des liquides dans les végétaux et dans les animaux (1),

(1) DUTROCHET, *Agent immédiat du mouvement vital dévoilé dans sa nature, et dans son mode d'action, chez les végétaux et les animaux*, in-8°. is, 1828.

ont encore paru insuffisantes pour prouver la théorie de ce physicien, on désire, que, par de nouvelles recherches, on tâche soit à constater la théorie de M. Dutrochet et à démontrer que l'électricité est la cause principale du mouvement des liquides dans les corps vivans, soit à exposer ce qui est encore douteux et moins fondé à l'égard de cette théorie. »

2° Comme les expériences d'Arago ont fait voir que quelques corps, quand ils sont en mouvement rapide, exercent une influence très-remarquable sur l'aimant, la Société désire « une description exacte de tous les phénomènes qui accompagnent cette action, et une explication de ces phénomènes fondée sur des expériences? »

3° Quelle est la composition des pyrophores? Quelle est la véritable cause de la combustion subite et spontanée, qui a lieu lorsque ces matières sont exposées à l'air? La solution de cette question étant donnée, peut-elle conduire à expliquer pourquoi quelques autres substances prennent feu d'elles-mêmes et sans qu'elles soient allumées? Peut-on en déduire des règles pour prévenir ces combustions spontanées? »

Le prix pour chacune de ces questions est une médaille d'or, de la valeur de 150 florins, ét de plus une gratification de 150 florins d'Hollande si la réponse en est jugée digne. Les mémoires doivent être écrits en langue hollandaise, française, anglaise, latine ou allemande, et envoyés, dans la forme accoutumée, à M. Van-Marum, secrétaire perpétuel de la Société, avant l'expiration du terme indiqué pour le concours.

189. Prix proposé par l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen.

L'académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen propose, pour sujet d'un prix qui sera décerné dans sa séance publique de 1830, la question suivante :

Établir la différence chimique qui existe entre les sulfates de fer (couperoses) du commerce (1), particulièrement entre ceux

(1). On comprendra dans cet examen le couperose de Salzbourg.

que l'on extrait des pyrites et terres pyriteuses, et ceux que l'on obtient directement de la combinaison du fer, de l'acide, sulfurique et de l'eau. On devra, non-seulement indiquer cette différence par rapport aux diverses quantités d'acide sulfurique, d'oxide de fer et d'eau, qui entrent dans la composition de ce sel, mais examiner s'il n'est pas parfois mélangé et combiné avec des substances étrangères provenant des matières employées à sa préparation, et, en supposant ce fait démontré, déterminer qu'elle doit être l'influence de ces substances dans les différens emplois du sulfate de fer, tels que le montage des cuves d'indigo, la préparation des mordans, des différentes teintures, afin de connaître positivement si la préférence accordée, au sulfate de fer de certaines fabriques est fondée, et justifie suffisamment la grande élévation de son prix, ou si elle tient seulement à un préjugé, comme cela a eu lieu pour les aluns de Rome à l'égard de ceux de France.

En supposant toujours qu'il existe dans le sulfate de fer des corps étrangers, rechercher des moyens faciles et économiques pour les en séparer ou pour en neutraliser les mauvais effets, et tels que les sulfates de fer les moins estimés, étant traités de cette manière, présentent des résultats aussi avantageux que les autres et sans que le prix en ait été beaucoup élevé.

Les concurrens devront joindre à leur mémoire les échantillons des sulfates de fer sur lesquels ils auront opéré, et dont ils feront connaître l'origine et le prix courant. Ces échantillons porteront des numéros qui se rapporteront aux analyses exposées dans le mémoire.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 300 francs.

Chacun des auteurs mettra en tête de son ouvrage une devise, qui sera répétée dans un billet cacheté où il indiquera son nom et sa demeure. Le billet ne sera ouvert que dans le cas où l'ouvrage aurait obtenu le prix.

Les Académiciens résidans sont seuls exclus du concours.

Les ouvrages des concurrens devront être adressés, francs de port, à M. Lévy, *chef d'institution, secrétaire perpétuel de l'Académie, pour la classe des Sciences,* avant le 1er juillet 1830. Ce terme est de rigueur.

TABLE

DES ARTICLES DU CAHIER DE SEPTEMBRE 1829.

Mathématiques.

Astronomie.

Physique.

ERRATA.

Tom. XI, p. 387, ligne 2 : par, lisez : *pas;* ligne 14 : il rougissoit, lisez : *rougissait;* ligne avant-dernière : plantes, lisez : *pétales ;* p. 388, ligne 19 : qui le rendit, lisez : *qui la rendit ;* p. 389, ligne 20 : diflagration, lisez : *déflagration ;* ligne 25 : on extrait, lisez : *en extrait;* p. 390, ligne 2 : curcuma saturé, lisez : *curcuma; saturée.*

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN
DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,
ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

190. Expression nouvelle de l'aire d'un triangle; par le professeur Desgranges.

Théorème. Soient α, β, γ les droites menées des sommets d'un triangle aux milieux des côtés opposés, et soit s la demi-somme de ces trois lignes, l'aire du triangle sera égale à

$$\frac{4}{3}\sqrt{s.(s-\alpha)(s-\beta)(s-\gamma)}.$$

La démonstration de ce théorème, que M. Desgranges nous a communiquée, est fondée sur les relations connues qui existent entre les lignes α, β, γ, et les côtés du triangle. Elle exige un peu trop de calcul pour pouvoir être insérée dans le *Bulletin*.

191. Théorie des successions de signe, considérées dans les suites et les équations numériques; par M. Budan de Bois-Laurent, inspecteur général des études. 7 p. in-8°; prix 50 c. Paris, chez l'auteur, rue Saint-Louis au Marais, n° 56. (1)

1. Dans le quotient de la division d'un polynome $a_0 x^m + a_1 x^{m-1} + \ldots + a_m x^0$ par le binome x-u, le coefficient d'un rang quelconque égale le terme de même rang dans une suite qui se coordonne, terme pour terme, à celle que forment les coefficiens du dividende, suivant une équation de relation d'après laquelle un terme quelconque de cette seconde suite égale son correspondant dans la première, moins le produit du terme qui précède celui-ci par un facteur constant u; le

(1) Cet écrit renferme le résumé des recherches de M. Budan sur les équations numériques. Nous l'insérons en entier dans le *Bulletin*, selon le désir de l'auteur, tel qu'il nous l'a communiqué. On trouve chez M. Budan sa *Nouvelle Méthode pour la résolution des équations numériques*, suivie d'un *Appendice* et d'un *Aperçu* concernant les Suites syntagmatiques; mai 1822. Prix, 6 fr. 50 cent.

terme de cette première suite qui correspond au dernier terme du polynome dividende exprime le reste de la division; et s'il est nul, la valeur de u, substituée à x, rend nulle la valeur du dividende. (Cette première suite s'appellera la *syntagmatique*, c'est-à-dire la coordonnée de la seconde, qui sera *l'anti-syntagmatique*; et le facteur u s'appellera *module syntagmatique*: d'où l'on voit que si le module a une valeur constante égale à l'unité, la première suite est *sommatoire* de la seconde, qui pourra s'appeler sa *contre-sommatoire* ou *différentielle*.) [*Voyez la Nouvelle Méth. p.* 99 *et* 100, *édit. de* 1822.]

2. Si l'on divise, par le binome x-u, un polynome $a_0\ x^m + a_1\ x^{m-1} + \ldots + a_m\ x^0$; puis, le polynome quotient de cette division; puis encore le polynome quotient de la seconde division, et ainsi de suite; les restes respectifs des m divisions successives par le binome x-u seront, à commencer par le dernier, les coefficiens des m termes venant après le premier terme a_0 dans un polynome en (x-u), du même degré et de la même valeur que le polynome $a_0\ x^m$ + etc. (D'où l'on voit que, dans le polynome en (x-u) le terme ($1+n$)^e coefficient de $(x\text{-}u)^{m-n}$, est aussi le terme de même rang d'une syntagmatique de l'ordre m-n + 1, liée à la suite formée par les coefficiens du polynome proposé $a_0\ x^m$ + etc., en vertu d'une semblable équation de relation, au module constant u, entre la syntagmatique d'un ordre donné et celle de l'ordre précédent.) [*Voyez ibid.*]

3. Dans le quotient de la division du polynome $a_0\ x^m$ + etc. par (x-u), les $1+n$ premiers termes ne peuvent présenter plus de variations de signe, ou plus de permanences, que les $1+n$ premiers termes du dividende, selon que la valeur de u est positive ou négative par elle-même. [*Voir Nouvelle Méthode, p.* 84 *et* 113.]

4. Si le reste de cette division est nul, le dividende présente, de plus que le quotient, au moins une variation ou une permanence, selon la valeur positive ou négative de u. [*Voir ibid. p.* 114.]

D'où il suit immédiatement que si le polynome $a_0\ x^m$ + etc. a un nombre n de diviseurs exacts binomes, de la forme (x-v), parmi lesquels il s'en trouve n' où la valeur de v soit positive par elle-même, et n'' où cette valeur soit négative, le poly-

nome $a_0 x^m +$ etc. doit nécessairement présenter, au moins, n' variations de signe et n'' permanences; corollaire qui n'est autre chose que le théorème de Descartes.

5. Lorsque les μ derniers termes de la transformée en $(x\text{-}u)$, d'une équation numérique complète en x, du degré m, sont autant de zéros, l'équation en x, qui est pour lors exactement divisible par $(x\text{-}u)^{\mu}$, doit avoir, selon que la valeur de u est positive ou négative, au moins μ variations, ou μ permanences, de plus que sa transformée en $(x\text{-}u)$ réduite au degré $m-\mu$ par la présence de ces zéros.

6. Selon la valeur positive ou négative de u, il ne peut y avoir plus de variations, ou plus de permanences, dans les $1+n$ premiers termes de la transformée en $(x\text{-}u)$ que dans les $1+n$ premiers termes de l'équation en x. [*Voir ib. p.* 86, 87, 88.]

7. S'il se trouve, dans l'équation en x, n facteurs de la forme $x\text{-}v$, dans lesquels la valeur de v soit comprise entre zéro et u, cette équation a, pour le moins, n variations, ou n permanences de plus que sa transformée en $(x\text{-}u)$, selon la valeur positive ou négative de u : et ce, non compris l'excédant qui doit en outre avoir lieu, si les derniers termes de cette transformée sont des zéros.

8. Si l'excédant exigé par la proposition précédente n'a pas lieu dans la proposée en x, l'inconnue x n'a aucune valeur comprise entre zéro et u.

9. Si l'excédant total dans l'équation en x, est un nombre impair, tandis que les derniers termes nuls sont en nombre pair dans celle en $(x\text{-}u)$, ou si cet excédant total est un nombre pair, ces derniers termes nuls étant en nombre impair, l'équation en x doit contenir un ou plusieurs facteurs en nombre impair, de la forme $(x\text{-}v)$, dans lesquels la valeur de v sera comprise entre zéro et u.

10. Si dans une équation en x, n'ayant que des racines réelles, il se trouve, selon la nature positive ou négative de u, un excédant n, ou de variations, ou de permanences, non compris celui qu'exigeraient les derniers termes nuls dans la transformée en $(x\text{-}u)$, l'équation en x doit avoir n facteurs de la forme $x\text{-}v$, dans lesquels la valeur de v soit comprise entre zéro et u.

11. Lorsque le nombre des successions de même espèce, soit

variations, soit permanences, n'est pas le même dans les équations en x et en $(x-u)$, on peut toujours, à l'aspect de leurs coefficiens, assigner entre zéro et u deux nombres qui soient tels que nulle valeur de x ne puisse se trouver entre zéro et l'un de ces nombres, ni entre l'autre nombre et u. (*Voyez ibid.* p. 54.)

12. S'il arrive que le premier des deux nombres mentionnés dans la proposition précédente, soit plus près de u que le second, il en faudra conclure que nulle valeur de x n'est entre zéro et u. (*Voyez ibid. p.* 57.)

13. Une équation n'a pas non plus de racine entre zéro et u, s'il n'y a, dans sa transformée en $(z-1)$, où $\pm z = \frac{u}{x}$, que des permanences ou des variations, selon la valeur positive ou négative de u. (*Voyez ibid. p.* 37, 60, 61.)

14. Si, dans cette transformée en $(z-1)$, des variations ou des permanences, selon la valeur positive ou négative de u, sont en nombre impair, l'équation en x doit avoir un ou plusieurs facteurs en nombre impair, de la forme $x-v$, dans lesquels la valeur de v est entre zéro et u.

15. Selon que la valeur de u est positive ou négative, s'il y a respectivement des variations ou des permanences en nombre pair dans l'équation en $(z-1)$, l'équation en x contient nécessairement, ou des facteurs réels de la forme $x-v$, dans lesquels la valeur de v est comprise entre zéro et u, ou bien une couple au moins de racines imaginaires, produisant un facteur réel du second degré de la forme $(x^2-2vx+v^2+\varphi)$, dans lequel, v étant compris entre zéro et u, le nombre positif φ doit être moindre que le produit $v(u-v)$, et par conséquent moindre que $\frac{1}{4}u^2$. (*Voyez ibid. p.* 40, 41, 60, 61.)

Observation. On peut, si on le juge à propos, réduire l'énoncé des propositions 13, 14 et 15, au cas où la valeur de u est positive, en y ramenant l'autre cas, par le changement des signes de rang pair dans l'équation en x; la même observation peut s'étendre aux propositions précédentes. Les citations de la *Nouvelle Méthode* ci-dessus indiquées, donnent les moyens de démonstration à employer pour les propositions contenues dans cette théorie, par laquelle, sans avoir besoin d'une limite inférieure de la différence entre deux racines d'une équation proposée, on peut toujours reconnaître entre $\frac{v}{10}$ et $\frac{v+1}{10}$, ou

l'absence de toute valeur de l'inconnue, ou la présence d'une, et s'il y a lieu, de plusieurs de ses valeurs, que l'on détermine exactement à moins d'une unité près de l'ordre décimal demandé. (*Voir la Nouvelle Méthode*, p. 47 et 48.)

Le problème, tel qu'il a été posé par Lagrange, dans ses leçons aux Écoles Normales, consiste à déterminer, soit avec une exactitude absolue, quand cela se peut, soit exactement jusque dans les n premières décimales, quelle est la valeur (*réelle*) de l'inconnue, ou s'il y en a plusieurs, quelles en sont les différentes valeurs qui satisfont à l'équation proposée. On croit devoir insister sur cette observation, qui est particulièrement suggérée par ce qui a été dit, dans le *Bulletin* du mois de mars 1829, d'un travail de M. *Cauchy*, relatif à cet objet, qui a été lu à la séance de l'Académie des Sciences du 9 février précédent. La vérité, sur ce point, finira sans doute par être généralement reconnue; mais que ne peut la routine, même en fait de mathématiques !

192. Exercices de mathématiques; par M. Cauchy. 40e, 41e et 42e livraisons. Paris 1829; De Bure.

Les livraisons 40e et 41e réunies en un seul cahier, renferment un mémoire assez étendu sur la résolution des équations numériques et sur la théorie de l'élimination. Après avoir rappelé dans les premiers § de ce mémoire les principes généraux de la théorie des équations, M. Cauchy prouve, dans le § 5e, d'une manière nouvelle, l'existence des racines réelles et imaginaires des équations, proposition fondamentale dont il avait déjà donné une démonstration très simple et très-satisfaisante, qu'on trouve dans le 17e cahier du *Journal de l'École polytechnique* et dans ses *leçons d'analyse*. La nouvelle démonstration qu'il expose ici est purement algébrique et indépendante de la considération des expressions trigonométriques dont il s'était servi dans la première que nous venons de rappeler. Dans le § 6, M. Cauchy propose pour la détermination des fonctions symétriques des racines d'une équation, une méthode qui se résume par le théorème suivant : Soient $a, b, c \ldots . h, i, k$, les racines d'une équation $x^m + p\,x^{m-1} + q\,x^{m-2} + \text{etc.} = P = o$ d'un degré quelconque, et soit U une fonction symétrique de ces racines; soient de plus

A, B, C, ... H, I, K, les polynomes dans lesquels se transforment, 1° la fonction P quand on pose $x = a$; 2° la fonction $Q = \frac{P - A}{x - a}$ quand on pose $x = b$; 3° la fonction $R = \frac{Q - B}{x - b}$ quand on pose $x = c$; 4° la fonction $S = \frac{R - C}{x - c}$ quand on pose $x = d$, etc. Pour déterminer la valeur de la fonction symétrique U, on divisera, 1° U ordonné par rapport à k par le polynome $K = k + i + h + \ldots + c + b + a$; 2° le reste ordonné par rapport à i par le polynome

$$I = i^2 + (h + \ldots + b + a)i + h^2 + \ldots + b^2 + a^2 + hb + \ldots + ba + p(+h + \ldots + a) +$$

3° Le nouveau reste ordonné par rapport à h par le polynome $H = h^3 +$, etc. Les différens restes ainsi obtenus seront indépendans, le 1[er] de la racine k, le 2[e] de la racine i, le 3[e] de h, etc., et le dernier de tous sera la valeur cherchée de U.

M. Cauchy applique cette méthode à la détermination du produit des carrés des différences entre les racines d'une équation, et à la théorie de l'élimination.

Dans le premier article de la 42[e] livraison, il developpe *les équations différentielles d'équilibre et de mouvement pour un système de points matériels sollicités par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle.* Ses calculs ne sont pas susceptibles d'analyse.

Un second article est relatif aux *équations algébriques à l'aide desquelles on détermine les inégalités séculaires des mouvemens des planètes.* M. Cauchy considère une fonction homogène et du second degré de n variables $x, y, z \ldots$ de la forme suivante:

$$s = A_{xx} x^2 + A_{yy} y^2 + A_{zz} z^2 + \ldots + 2 A_{xy} xy + 2 A_{xz} xz + \text{etc.}$$

En assujettissant les variables $x, y, z \ldots$ à cette équation de condition

$$x^2 + y^2 + z^2 + \ldots = 1$$

on détermine les maxima et minima de la fonction s en posant

$$\frac{\left(\frac{ds}{dx}\right)}{x} = \frac{\left(\frac{ds}{dy}\right)}{y} = \frac{\left(\frac{ds}{dz}\right)}{z} = \ldots = 2s$$

d'où l'on tire ces n équations

$$\begin{array}{l} (A_{xx} - s)x + A_{xy} y + A_{xz} z + \ldots = 0 \\ A_{xy} x + (A_{yy} - s)y + A_{yz} z + \ldots = 0 \\ A_{xz} x + A_{yz} y + (A_{zz} - s)z + \ldots = 0 \\ \text{etc.} \end{array} \qquad (1)$$

L'élimination de x, y, z . . entre ces équations fournira une équation en s

$$S = o$$

dont les racines seront les valeurs maxima ou minima de la fonction s. S sera une *fonction alternée* des coefficiens qui multiplient x, y, z.... dans les équations (1). Soit R ce que devient cette fonction S, quand, dans le tableau que forment ces coefficiens, on supprime tous ceux qui appartiennent à la 1re ligne horizontale ainsi qu'à la 1re ligne verticale; soit Q ce que devient la même fonction S quand on supprime en outre les coefficiens renfermés dans les 2e lignes horizontale et verticale; soit P, etc. Cela posé, M. Cauchy prouve d'abord que l'équation $S=o$ et les équations de même forme $R=o$, $Q=o$... auront toutes leurs racines réelles et inégales. Il démontre ensuite, par une méthode spéciale qu'il faut voir dans son mémoire, que si l'on nomme s', s'', . . $s^{(n-1)}$ les racines toutes réelles de l'équation $R=o$, rangées par ordre de grandeur, celles de l'équation $S=o$ seront comprises entre les limites $-\infty$, s', s'', s''', . . $s^{(n-1)}$, $+\infty$. Il montre comment ce théorème peut s'étendre au cas où deux des équations $S=o$, $Q=o$, $R=o$, etc., auraient une ou plusieurs racines communes.

Enfin, en ayant égard aux relations qui existent entre les valeurs de x, y, z . . que fournissent les équations (1), correspondantes aux différentes valeurs de s tirées de l'équation $S=o$, il arrive au théorème suivant :

Étant donnée une fonction homogène et du second degré de plusieurs variables x, y, z . . on peut toujours leur substituer d'autres variables ξ, η, ζ . . liées à x, y, z . . par des équations linéaires, tellement choisies, que la somme des carrés de x, y, z soit équivalente à la somme des carrés de ξ, η, ζ . . et que la fonction donnée de x, y, z . . se transforme en une fonction de ξ, η, ζ . . homogène et du second degré, mais qui renferme seulement les carrés de ξ, η, ζ . . .

M. Cauchy a bien voulu observer, en terminant son article, que j'étais parvenu, de mon côté, à des théorèmes semblables aux siens, sans avoir connaissance de ses recherches. Le mémoire de M. Cauchy, et le mien, dont je donne plus loin un extrait, ont été offerts le même jour à l'Académie des Sciences.

C. S.

193. **Addition au mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques**; par M. Poisson. (*Mémoir. de l'Institut*; Tome VIII, p. 623-627.)

Dans cette addition, M. Poisson donne les intégrales complètes des équations aux différences partielles, relatives aux vibrations d'un corps élastique homogène. Les formules auxquelles il parvient se composent d'intégrales définies doubles, renfermant des fonctions arbitraires. M. Poisson se propose de revenir dans la suite sur les applications de ces formules à des problèmes particuliers. C. S.

194. **Nouveau principe de Mécanique**; par le Prof. Gauss. (*Journal für die reine und angewandte Mathematik*; par M. Crelle; To. IV, cah. 3.)

Soient m, m', m'', etc., les masses d'un système de points en mouvement; A, A′, A″ . . les positions qu'ils occupent au bout du temps t; B, B′, B″. . . celles qu'ils viendraient prendre après l'intervalle de temps dt, en vertu de leurs vitesses acquises et des forces accélératrices qui les sollicitent, s'ils étaient parfaitement libres; les positions C, C′, C″. . qu'ils occuperont effectivement seront celles pour lesquelles la somme $m.\overline{BC}^2 + m'.\overline{B'C'}^2 +$, etc., sera un minimum, eu égard à toutes les conditions du système. Dans le cas particulier de l'équilibre, c'est la somme $m.\ AB^2 + m'.\ A'B'^2$, etc., qui est un minimum.

M. Gauss établit cette propriété à l'aide du principe des virtuelles combiné avec celui de d'Alembert. C. S.

195. **Précis d'une théorie des fonctions elliptiques**; par M. Abel. (*Ibid.*; 3ᵉ et 4ᵉ cahiers du To. IV).

M. Abel a été enlevé aux sciences, qu'il cultivait avec tant d'ardeur et de succès, avant d'avoir terminé ce beau mémoire, qui devait contenir l'ensemble de ses travaux sur la théorie des fonctions elliptiques. La partie de ce mémoire qui a été publiée est d'une très-grande étendue; nous devons nous borner à insérer dans le *Bulletin* le résumé que l'auteur a fait lui-même des principaux résultats de ses recherches. Il serait superflu

d'essayer de rendre compte des méthodes qu'il a créées. C'est dans l'excellent Journal de M. Crelle, dont M. Abel était le principal collaborateur, qu'il faut étudier les théories profondes et originales dont il a enrichi le calcul intégral.

M. Abel a donné l'analyse du mémoire que nous annonçons dans les termes suivans :

« Mon mémoire est divisé en deux parties. Dans la 1[re], je considère les fonctions elliptiques comme intégrales indéfinies, sans rien y ajouter sur la nature des quantités réelles ou imaginaires, qui les composent. Je me sers des notations suivantes :

$$\Delta(x,c) = \pm\sqrt{[(1-x^2)(1-c^2x^2)]},$$

$$\varpi(x,c) = \int\frac{dx}{\Delta(x,c)},$$

$$\varpi_0(x,c) = \int\frac{x^2\,dx}{\Delta(x,c)},$$

$$\Pi(x,c,a) = \int\frac{dx}{\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)\Delta(x,c)},$$

en sorte que

$$\varpi(x,c),\ \varpi_0(x,c),\ \Pi(x,c,a)$$

désignent respectivement les fonctions de première, de seconde et de troisième espèce.

Je me suis proposé ce problème général : Trouver tous les cas possibles dans lesquels on peut satisfaire à une équation de la forme :

$$(a.)\begin{cases} \alpha_1.\varpi(x_1,c_1)+\alpha_2.\varpi(x_2,c_2)+\ldots\ldots+\alpha_n.\varpi(x_n,c_n) \\ +\alpha'_1.\varpi_0(x'_1,c'_1)+\alpha'_2.\varpi_0(x'_2,c'_2)+\ldots\ldots+\alpha'_m.\varpi_0(x'_m,c'_m) \\ +\alpha''_1.\Pi(x''_1,c''_1,a_1)+\alpha''_2\Pi_1(x''_2,c''_2a_2)+\ldots\ldots+\alpha''_\mu\Pi(x''_\mu c''_\mu a''_\mu) \\ = u + A_1\log v_1 + A_2\log v_2 + \ldots\ldots + A_\nu\log v_\nu, \end{cases}$$

où

$$\alpha_1,\ \alpha_2,\ \ldots\ldots\ \alpha_n;\quad \alpha'_1,\ \alpha'_2,\ \ldots\ldots\ \alpha'_m;$$
$$\alpha''_1,\ \alpha''_2,\ \ldots\ldots\ \alpha''_\mu;\quad A_1,\ A_2,\ \ldots\ldots\ A_\nu$$

sont des quantités constantes ; x_1, x_2, ... x_n ; x'_1, x'_2, ... x'_m ; x''_1, x''_2, ... x''_μ des variables liées entre elles par des équations algébriques, et u, v_1, v_2, ... v_ν des fonctions algébriques de ces variables.

J'établis d'abord les propriétés fondamentales des fonctions elliptiques, ou ce qui concerne leur sommation, en faisant usage

d'une méthode particulière, qu'on peut en même temps appliquer avec la même facilité à une infinité d'autres transcendantes plus compliquées. En m'appuyant sur ces propriétés fondamentales, je considère ensuite l'équation dans toute sa généralité, et je fais le premier pas vers mon but en démontrant un théorème général sur la forme qu'on pourra donner à l'intégrale d'une fonction algébrique quelconque, en supposant cette intégrale exprimable par des fonctions algébriques, logarithmiques et elliptiques, théorème qui est d'un grand usage dans tout le calcul intégral, à cause de sa grande généralité.

J'en tire, comme corollaire, le théorème suivant :

« Si $\int \frac{r\,dx}{\Delta(x,c)}$, où r est une fonction rationnelle quelconque de x, est exprimable par des fonctions algébriques et logarithmiques et par les fonctions elliptiques ψ, ψ_1, ψ_2, ... , on pourra toujours supposer

$$(b.)\ \int \frac{r\,dx}{\Delta(x,c)} = p\,\Delta(x,c) + \alpha.\psi(y) + \alpha'\,\psi_1(y_1) + \alpha''.\psi_2(y_2) + \ldots$$
$$\ldots + A_1 \log.\left\{\frac{q_1 + t_1.\Delta(x,c)}{q_1 - t_1.\Delta(x,c)}\right\} + A_2 \log.\left\{\frac{q_2 + t_2.\Delta(x,c)}{q_2 - t_2.\Delta(x,c)}\right\} + \ldots$$

où toutes les quantités p, q_1, q_2, ... t_1, t_2, ... y, y_1, y_2, ... sont des fonctions rationnelles de x. Ce théorème a également lieu, si $\Delta(x,c)$ est la racine carrée d'une fonction entière d'un degré quelconque. De ce théorème je tire ensuite celui-ci :

« Si une équation quelconque de la forme (a) a lieu, et si l'on désigne par c un quelconque des modules qui y entrent; il y aura parmi les autres au moins un module c' tel, qu'on pourra satisfaire à l'équation différentielle :

$$\frac{dy}{\Delta(y,c')} = \varepsilon . \frac{dx}{\Delta(x,c)},$$

en prenant pour y une fonction rationnelle de x, et vice versâ ».

Ces théorèmes sont très-importans dans la théorie des fonctions elliptiques. Ils réduisent la question générale à celle de satisfaire de la manière la plus générale à l'équation.

$$\frac{dy}{\Delta(y,c')} = \varepsilon . \frac{dx}{\Delta(x,c)},$$

ou à la transformation des fonctions de première espèce. Je donne la solution complète de ce problème, et j'en tire ensuite la transformation générale des fonctions de seconde espèce.

Je fais voir que les modules doivent nécessairement être liés entre eux par une équation algébrique. On peut se contenter de considérer le cas, où le degré de la fonction y est un nombre premier, en y comprenant l'unité. Si ce degré est désigné par μ, c' pourra avoir 6 $(\mu+1)$ valeurs différentes, excepté pour $\mu=1$, où ce nombre se réduit à 6.

La seconde partie du mémoire traite des fonctions à modules réels et moindres que l'unité. Au lieu des fonctions $\varpi(x, c)$, $\varpi_0(x, c)$, $\Pi(x, c, a)$ j'en introduis trois autres, savoir d'abord la fonction $\lambda(\theta)$, déterminée par l'équation

$$\theta=\int_0^{\lambda\theta}\frac{dx}{\Delta(x,c)}.$$

C'est la fonction inverse de la première espèce. En faisant $x=\lambda\theta$ dans les expressions de $\varpi_0(x, c)$, $\Pi(x, c, a)$, elles deviendront de la forme :

$$\varpi_0(x,c)=\int(\lambda\theta)^2.d\theta;$$

$$\Pi(x,c,a)=\int\frac{d\theta}{1-\frac{\lambda^2\theta}{a^2}}.$$

Mises sous cette forme, les fonctions elliptiques offrent des propriétés très-remarquables, et sont beaucoup plus traitables. C'est surtout la fonction $\lambda\theta$, qui mérite une attention particulière. Cette fonction a été l'objet d'un mémoire, inséré dans les tomes 2 et 3 de ce journal, où j'ai démontré le premier quelques-unes de ses propriétés fondamentales. On en trouvera davantage dans ce mémoire. Je vais indiquer rapidement quelques-uns des résultats auxquels je suis parvenu :

1. La fonction $\lambda\theta$ jouit de la propriété remarquable d'être périodique de deux manières différentes, savoir, non seulement pour des valeurs réelles de la variable, mais encore pour des valeurs imaginaires. En effet, si l'on fait pour abréger

$$\frac{\varpi}{2}=\int_0^1\frac{dx}{\Delta(x,c)};\quad\frac{\omega}{2}=\int_0^1\frac{dx}{\Delta(x,b)},$$

où $b=\sqrt{(1-c^2)}$ et $\sqrt{-1}=i$, on aura :

$$\lambda(\theta+2\varpi)=\lambda\theta;\ \lambda(\theta+\omega i)=\lambda\theta.$$

2. La fonction $\lambda\theta$ devient égale à zéro et à l'infini, pour une infinité de valeurs réelles et imaginaires de θ données par ces formules

$$\lambda(m\varpi + n\omega i) = 0,\quad \lambda[m\varpi + (n+\tfrac{1}{2})\omega i] = \tfrac{1}{0},$$

où m et n sont des nombres entiers quelconques, positifs ou négatifs. De même on a

$$\lambda\theta' = \lambda\theta,$$

si $\theta' = (-1)^m\theta + m\varpi + n\varpi i$; mais cette relation est nécessaire.

3. La propriété fondamentale de $\lambda\theta$ est exprimée par l'équation.

$$\lambda(\theta' + \theta).\lambda(\theta' - \theta) = \frac{(\lambda\theta')^2 - (\lambda\theta))^2}{1 - c^2(\lambda\theta)^2(\lambda\theta')^2},$$

4. La fonction $\lambda\theta$ pourra se développer en facteurs et en fractions partielles de beaucoup de manières; par exemple, si l'on fait pour abréger

$$q = e^{-\frac{\omega}{\varpi}},\quad p = e^{-\frac{\varpi}{\omega}},$$

on a :

$$\lambda(\theta\varpi)$$

$$= \frac{2}{\sqrt{c}}\sqrt[4]{q}.\sin(\pi\theta)\frac{[1-2q^2.\cos(2\theta\pi)+q^4][1-2q^4.\cos(2\theta\pi)+q^8][1-2q^5.\cos(2\theta\pi)+\ldots}{[1-2q\cos(2\theta\pi)+q^2][1-2q^3.\cos(2\theta\pi)+q^6][1-2q^5.\cos(2\theta\pi)+\ldots}$$

$$= \frac{4\sqrt{q}}{c}.\frac{\pi}{\varpi}.\left\{\frac{1}{1-q}.\sin(\theta\pi) + \frac{q}{1-q^3}.\sin(3\theta\pi) + \frac{q^2}{1-q^5}.\sin(5\theta\pi) + \ldots\right\},$$

$$\lambda\left(\frac{\varpi}{2} - \theta\omega\right) = \frac{1}{\sqrt{c}}.\frac{(1-p.e^{-2\pi\theta})(1-p.e^{2\pi\theta})(1-p^3.e^{-2\pi\theta})(1-p^3.e^{2\pi\theta})\ldots}{(1+p.e^{-2\pi\theta})(1+p.e^{2\pi\theta})(1+p^3.e^{-2\pi\theta})(1+p^3.e^{-2\pi\theta})\ldots}.$$

On pourra exprimer d'une manière analogue les fonctions de seconde et troisième espèce.

Les deux formules précédentes sont au fond les mêmes que les formules ci-dessus.

5. Une des propriétés les plus fécondes de la fonction $\lambda\theta$ est la suivante :

(On a fait pour abréger : $\Delta\theta = \pm\sqrt{[(1-\lambda^2\theta)(1-c^2\lambda^2\theta)]}$.)

« Si l'équation

$$(\lambda\theta)^{2n} + a_{n-1}(\lambda\theta)^{2n-2} + \ldots + a_1(\lambda\theta)^2 + a_0$$
$$= [b_0\lambda\theta + b_1(\lambda\theta)^3 + \ldots + b_{n-2}(\lambda\theta)^{2n-3}]\Delta\theta$$

est satisfaite, en mettant pour θ, $2n$ quantités $\theta_1, \theta_2, \ldots \theta_{2n}$, telles, que $(\lambda\theta^1)^2, (\lambda\theta_2)^2, \ldots. (\lambda\theta_{2n})^2$ soient différentes entre elles, on aura toujours :

$$\lambda(\theta_1 + \theta_2 + \ldots. + \theta_{2n}) = 0,$$

$$-\lambda(\theta_{2n}) = +\lambda(\theta_1 + \theta_2 + \ldots. + \theta_{2n-1}) = \frac{a_0}{\lambda\theta_1.\lambda\theta_2.\ldots.\lambda\theta_{2n-1}};$$

les coefficiens a_0, a_1, ..., b_0, b_1, ... pourront être quelconques, et il est facile de voir qu'on pourra les déterminer de sorte que θ_1, θ_2, ... θ_{2n-1} soient données. »

Voici une autre propriété plus générale :

« Si l'on fait

$$p^2-q^2(1-x^2)(1-c^2x^2)=A(x-\lambda\theta_1)(x-\lambda\theta_2)\ldots\ldots(x-\lambda\theta_\mu),$$

où p et q sont des fonctions entières quelconques de la quantité indéterminée x, on pourra toujours supposer les quantités θ_1, θ_2, ... θ_μ telles que l'expression

$$\lambda(\theta_1+\theta_2+\theta_3+\ldots\ldots+\theta_\mu)$$

soit égale à zéro ou à l'infini. »

Ainsi, par exemple, si

$$p^2-q^2(1-x^2)(1-c^2x^2)=A(x^2-\lambda^2\theta)^\mu,$$

où l'une des fonctions p et q est paire et l'autre impaire, on aura

1) si p est paire :

$$\lambda(\mu\theta)=0,\ \text{si } \mu \text{ est pair}$$
$$\text{et } \lambda(\mu\theta)=\tfrac{1}{0},\ \text{si } \mu \text{ est impair};$$

2) si p est impaire :

$$\lambda(\mu\theta)=0,\ \text{si } \mu \text{ est impair}$$
$$\text{et } \lambda(\mu\theta)=\tfrac{1}{0},\ \text{si } \mu \text{ est pair.}$$

De là il suit encore que, si l'équation a lieu, on aura toujours :

$$\lambda\theta=\lambda\left(\frac{m\varpi+\frac{1}{2}n\,\omega\,i}{\mu}\right),$$

où m et n sont entiers et moindres que μ.

6. Il existe entre les quantités $\lambda\left(\frac{m\varpi+n\,\omega\,i}{2\mu+1}\right)$ et les racines $(2\mu+1)^{\text{mes}}$ de l'unité des relations bien remarquables. Si l'on fait pour abréger :

$$\delta=\cos\frac{2\pi}{2\mu+1}+\sqrt{-1}\,.\,\sin\frac{2\pi}{2\mu+1},$$

on aura, quels que soient les nombres entiers n et μ :

$$0=\lambda\left(\frac{2m\varpi+\omega i}{2\mu+1}\right)+\delta^k.\lambda\left(\frac{2m\varpi+2\omega i}{2\mu+1}\right)+\delta^{2k}.\lambda\left(\frac{2m\varpi+3\omega i}{2\mu+1}\right)+\ldots.$$
$$\ldots.+\delta^{2\mu k}.\lambda\left(\frac{2m\varpi+2\mu\omega i}{2\mu+1}\right),$$

$$0=\lambda\left(\frac{\varpi+m\omega i}{2\mu+1}\right)+\delta^{k'}.\lambda\left(\frac{2\varpi+m\omega i}{2\mu+1}\right)+\delta^{2k'}.\lambda\left(\frac{3\varpi+m\omega i}{2\mu+1}\right)+\ldots.$$
$$\ldots.+\delta^{2\mu k'}.\lambda\left(\frac{2\mu\varpi+m\omega i}{2\mu+1}\right).$$

D'ailleurs toutes les quantités $\lambda\left(\frac{m\varpi+n\omega i}{2\mu+1}\right)\ldots\ldots$ sont les racines d'une même équation du degré $(2\mu+1)^2$ et dont les coefficiens sont des fonctions rationnelles de c^2.

7. Si la fonction

$$\int\frac{dx}{\Delta(x,c)},$$

dont le module c est réel et moindre que l'unité, peut être transformée dans une autre :

$$\varepsilon\int\frac{dy}{\Delta(y,c')},$$

dont le module c' est réel ou imaginaire, en mettant pour y une fonction algébrique quelconque de x, il faut nécessairement que le module c' soit détérminé par l'une des deux équations :

$$\sqrt[4]{c'}=\sqrt{2}.\sqrt[8]{q_1}.\frac{(1+q_1^2)(1+q_1^4)(1+q_1^6)\ldots\ldots}{(1+q_1)(1+q_1^3)(1+q_1^5)\ldots\ldots},$$

$$\sqrt[4]{c'}=\frac{1-q_1}{1+q_1}.\frac{1-q_1^3}{1+q_1^3}.\frac{1-q_1^5}{1+q_1^5}\ldots\ldots$$

où $q_1=q^\mu$, μ étant rationnel ; ou ce qui revient au même :

$$q_1=e^{\left(\mu\frac{\omega}{\varpi}+\mu' i\right)\pi},$$

μ et μ' étant des nombres rationnels quelconques.

8. La théorie de la transformation devient très-facile à l'aide des propriétés les plus simples de la fonction $\lambda\theta$. Pour en donner un exemple, soit proposé le problème : satisfaire de la manière la plus générale à l'équation

$$\frac{dy}{\Delta(y,c')}=\varepsilon\,.\,\frac{dx}{\Delta(x,c)},$$

en supposant c et c' moindres que l'unit , et y fonction rationnelle, réelle ou imaginaire de x.

Soit $x=\lambda\theta$, $y=\lambda'\theta'$, en désignant par λ' la fonction qui répond au module c'. L'équation différentielle se changera dans ce cas en $d\theta'=\varepsilon\,d\theta$, d'où

$$\theta'=\varepsilon\theta+a,$$

a étant une constante. Cela posé, soit

$$y=\frac{\varphi x}{fx},$$

on aura

$$\lambda'(\varepsilon\theta+a)=\frac{\varphi(\lambda\theta)}{f(\lambda\theta)}.$$

En mettant $\theta+2\varpi$, $\theta+\omega i$ au lieu de θ, $\lambda\theta$ ne change pas de valeur et par conséquent on doit avoir:

$$\lambda'(\varepsilon\theta+2\varepsilon\varpi+a)=\lambda'(\varepsilon\theta+a),$$
$$\lambda'(\varepsilon\theta+\varepsilon\omega i+a)=\lambda'(\varepsilon\theta+a).$$

Donc, si l'on désigne par ϖ' et ω' les valeurs de ϖ et ω qui répondent au module c', on aura en vertu de (2.):

$$2\varepsilon\varpi=2m\varpi'+n\omega' i,$$
$$\varepsilon\omega i=2m'\varpi'+n'\omega' i,$$

ce qui donne

$$\varepsilon=m.\frac{\varpi'}{\varpi}+\frac{n}{2}\cdot\frac{\omega'}{\varpi}i=n'\frac{\omega'}{\omega}-2m'\frac{\varpi'}{\omega}i,$$

donc:

$$m\frac{\varpi'}{\varpi}=n'\frac{\omega'}{\omega};\ \frac{n}{2}\cdot\frac{\omega'}{\varpi}=-2m'\frac{\varpi'}{\omega},$$

ou bien

$$\frac{\varpi'}{\omega'}=\frac{n'}{m}\cdot\frac{\varpi}{\omega}=-\frac{n}{4m'}\cdot\frac{\omega}{\varpi}.$$

Maintenant, si c est indéterminé, cette équation ne pourra subsister à moins qu'on n'ait ou $n=0$, $m'=0$, ou $n'=0$, $m=0$. Dans le premier cas ε est réel et

$$=m\frac{\varpi'}{\varpi}=n'.\frac{\omega'}{\omega},$$

et dans le second cas ε est imaginaire et

$$=\frac{n}{2}\cdot\frac{\omega'}{\varpi}i=-2m'\frac{\varpi'}{\omega}i.$$

Supposons ε réel. Alors on aura ce théorème:

« Si deux fonctions réelles peuvent être transformées l'une en l'autre, il faut qu'on ait entre les fonctions complètes ϖ, ω, ϖ', ω' cette relation:

$$\frac{\varpi'}{\omega'}=\frac{n'}{m}\cdot\frac{\varpi}{\omega},$$

où n' et m sont des nombres entiers. »

On peut démontrer que si cette condition est remplie, on pourra effectivement satisfaire à l'équation

$$\int\frac{dy}{\Delta(y,c')}=m.\frac{\varpi'}{\varpi}\cdot\int\frac{dx}{\Delta(x,c)}.$$

Rien n'est plus simple que de trouver l'expression de y. Il suf-

fit pour cela de chercher les racines des deux équations $\varphi x = 0$, $fx = 0$.

Désignons par $\lambda\,\delta$ et $\lambda\,\delta'$ une racine quelconque de ces deux équations, on aura, pour déterminer δ et δ', ces deux équations:

$$\lambda'(\varepsilon\,\delta + a) = 0\,;\ \lambda'(\varepsilon\,\delta' + a) = \tfrac{1}{0}:$$

ce qui donne :

$$\delta = -a + \frac{k}{\varepsilon}\varpi' + \frac{k'}{\varepsilon}\omega' i;\ \delta = -a + \frac{k}{\varepsilon}\varpi' + (k' + \tfrac{1}{2})\frac{\omega'}{\varepsilon} i,$$

c'est-à-dire :

$$\delta = -a + \frac{k}{m}\varpi + \frac{k'}{n'}\omega i\,;\ \delta = -a + \frac{k}{m}\varpi + (k' + \tfrac{1}{2})\frac{\omega}{n'} i,$$

k et k' étant des nombres entiers. Pour trouver a, il suffit de remarquer que $\lambda\,\theta$ ne change pas de valeur en mettant $\varpi - \theta$ au lieu de θ. On aura donc

$$\lambda'(\varepsilon\,\varpi - \varepsilon\,\theta + a) = \lambda'(\varepsilon\,\theta + a),$$

ce qui donne

$$a = \tfrac{1}{2}\{(2\mu + 1 - m)\varpi + \mu'\omega i\}.$$

Dans le cas où m est impair, on pourra toujours faire $a = 0$.

Connaissant les valeurs de δ et δ', on aura immédiatement les racines des deux équations $\varphi x = 0$, $fx = 0$, et par suite l'expression des fonctions φx et fx en facteurs. Les formules les plus simples répondent aux cas de $m = 1$ ou $n' = 1$, et elles sont les seules dont il s'agit, comme il est aisé de voir par l'équation $\frac{\varpi'}{\omega'} = \frac{n'}{m}\cdot\frac{\varpi}{\omega}\cdot$ On pourra aussi se servir des expressions de la fonction $\lambda\,\theta$ en produits infinis rapportées plus haut. J'ai fait voir cela dans un mémoire, présenté à M. Schumacher pour son journal.

9. Le cas où un des modules c peut être transformé en son complément $\sqrt{(1 - c^2)} = b$, mérite une attention particulière. En vertu de l'équation $\frac{\varpi'}{\omega'} = \frac{n}{m}\cdot\frac{\varpi}{\omega}$, on aura dans ce cas

$$\frac{\varpi}{\omega} = \sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)} \text{ et } \frac{dy}{\Delta(y, b)} = \sqrt{(m\,.\,n)}\,.\,\frac{dx}{\Delta(x, c)}.$$

Le module c sera déterminé par une équation algébrique que paraît être résoluble par les radicaux ; au moins cela aura lieu effectivement si $\frac{m}{n}$ est un carré parfait. Dans tous les cas il est facile d'exprimer c par des produits infinis. En effet, si $\frac{\varpi}{\omega} =$

$\sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)}$, on a :

$$\sqrt{c}=\sqrt{2}.e^{-\frac{1}{8}\pi\sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)}}\cdot\frac{\left(1+e^{-2\pi\sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)}}\right)\left(1+e^{-4\pi\sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)}}\right)\ldots}{\left(1+e^{-2\sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)}}\right)\left(1+e^{-\pi\sqrt{\left(\frac{m}{n}\right)}}\right)\ldots}$$

$$=\frac{\left(1-e^{-\pi\sqrt{\left(\frac{n}{m}\right)}}\right)\left(1-e^{-3\pi\sqrt{\left(\frac{n}{m}\right)}}\right)\ldots}{\left(1+e^{-\pi\sqrt{\left(\frac{n}{m}\right)}}\right)\left(1+e^{-3\pi\sqrt{\left(\frac{n}{m}\right)}}\right)\ldots}.$$

Si deux modules c' et c peuvent être transformés l'un dans l'autre, ils auront entre eux une relation algébrique. Mais généralement il paraît impossible d'en tirer la valeur de c' en c à l'aide de radicaux ; cependant il est remarquable, que cela a toujours lieu si c peut être transformé en son complément. Par exemple, si $c^2=\frac{1}{2}$.

Les équations modulaires jouissent d'ailleurs de la propriété remarquable, que toutes leurs racines peuvent être exprimées rationnellement par deux d'entre elles. De même on pourra exprimer toutes les racines par l'une d'elles à l'aide de radicaux.

10. On pourra développer la fonction $\lambda\theta$ de la manière suivante :

$$\lambda\theta=\frac{\theta+a\theta^3+a'\theta^5+\ldots}{1+b'\theta^4+b''\theta^6+\ldots},$$

où le numérateur et le dénominateur sont des séries toujours convergentes. En faisant

$$\varphi\theta=\theta+a\theta^3+a'\theta^5+\ldots$$
$$f\theta=1+b'\theta^4+b''\theta^6+\ldots$$

ces 2 fonctions auront la propriété exprimée par les 2 équations :

$$\varphi(\theta'+\theta).\varphi(\theta'-\theta)=(\varphi\theta.f\theta')^2-(\varphi\theta'.f\theta)^2,$$
$$f(\theta'+\theta).f(\theta'-\theta)=(f\theta.f\theta')^2-c^2(\varphi\theta.\varphi\theta')^2,$$

où θ' et θ sont deux variables indépendantes. Ainsi, par exemple, si l'on fait $\theta'=\theta$, on a

$$f(2\theta)=(f\theta)^4-c^2(\varphi\theta)^4.$$

Ces fonctions jouissent de beaucoup de propriétés remarquables.

11. Les formules présentées dans ce qui précède ont lieu avec quelques restrictions, le module c étant quelconque, réel ou imaginaire.

196. Extrait d'un Mémoire sur l'intégration d'un système d'équations différentielles linéaires, présenté à l'Acadé-

mie des sciences, le 27 juillet 1829, par M. STURM.

On connaît les équations différentielles que Lagrange et Laplace ont trouvées pour déterminer les variations séculaires des élémens des orbites des planètes, la belle méthode que ces illustres géomètres ont employée pour intégrer ces équations, et les conséquences capitales qu'ils en ont déduites relativement à la stabilité du système du monde. On sait que Lagrange a représenté par des équations différentielles de la même forme les petites oscillations d'un système de points matériels assujettis à des liaisons quelconques, et qu'il y a appliqué les mêmes procédés d'intégration dont il avait fait usage dans ses recherches sur les mouvemens des corps célestes. D'autres problèmes, moins généraux, de mécanique et de physique, dépendent aussi d'équations du même genre. L'étude que j'ai faite de ces importantes questions et de l'analyse qui s'y rapporte m'a fait découvrir quelques propositions nouvelles que je développe dans ce mémoire. Le résultat principal de mes recherches sur ce sujet est une méthode spéciale pour la résolution des équations algébriques déterminées, auxquelles conduit l'intégration des équations différentielles linéaires dont il est ici question.

Pour plus de simplicité, je fixe le nombre des variables qui doivent entrer dans les équations que je me propose de considérer, et je n'y admets que les différentielles premières de ces variables. Tous les résultats que j'obtiendrai seront applicables aux équations qui se trouvent dans la Mécanique céleste et dans la Méc. analytique, lesquelles renferment sous la forme linéaire un nombre quelconque de variables avec leurs différentielles, soit du 1er, soit du 2e ordre.

Je suppose donc qu'on ait seulement 5 variables $u_1\, u_2\, u_3\, u_4\, u_5$ fonctions d'une même variable indépendante t, liées par ces 5 équations différentielles

$$g_1 \frac{du_1}{dt} + g_{1,2} \frac{du_2}{dt} + g_{1,3} \frac{du_3}{dt} + g_{1,4} \frac{du_4}{dt} + g_{1,5} \frac{du_5}{dt}$$
$$+ k_1 u_1 + k_{1,2} u_2 + k_{1,3} u_3 + k_{1,4} u_4 + k_{1,5} u_5 = 0$$
$$(1)\; g_{1,2} \frac{du_1}{dt} + g_2 \frac{du_2}{dt} + g_{2,3} \frac{du_3}{dt} + g_{2,4} \frac{du_4}{dt} + g_{2,5} \frac{du_5}{dt}$$
$$+ k_{1,2} u_1 + k_2 u_2 + k_{2,3} u_3 + k_{2,4} u_4 + k_{2,5} u_5 = 0$$
$$g_{1,3} \frac{du_1}{dt} + \text{etc.} \qquad = 0$$

etc.

Les coefficiens $g_1\, g_2 \,.\,.\, g_5\, g_{1,2}$, etc. $k_1\, k_2 \,.\,.\, k_{1,2} \,.\,.$ sont des nombres donnés quelconques, positifs ou négatifs. On observera que chacune des quantités représentées par l'une des lettres g ou k affectée *de deux indices*, entre à la fois dans deux des équations (1) : cette circonstance tient à la nature même des problèmes qui conduisent à de telles équations.

Il s'agit de trouver des valeurs de $u_1\, u_2\, u_3\, u_4\, u_5$ en fonction de t qui satisfassent aux équations différentielles (1), et qui de plus deviennent pour $t = 0$ égales à des quantités données et arbitraires $f_1 f_2 \,.\,.\, f_5$.

Pour intégrer les équations (1), on suppose, suivant la théorie connue, $u_1 = V_1 e^{rt}$, $u_2 = V_2 e^{rt}$, ... $u_5 = V_5 e^{rt}$. (2)
$V_1\, V_2 \,.\,.\, V_5$ étant, ainsi que r, des constantes indépendantes de t.

En substituant ces valeurs dans les équations (1) on obtient les 5 suivantes :

$$(g_1 r + k_1)V_1 + (g_{1,2} r + k_{1,2})V_2 + (g_{1,3} r + k_{1,3})V_3 + (g_{1,4} r + k_{1,4})V_4 + (g_{1,5} r + k_{1,5})V_5 = 0$$
$$(g_{1,2} r + k_{1,2})V_1 + (g_2 r + k_2)V_2 + (g_{2,3} r + k_{2,3})V_3 + (g_{2,4} r + k_{2,4})V_4 + (g_{2,5} r + k_{2,5})V_5 = 0$$
$$(g_{1,3} r + k_{1,3})V_1 + \text{etc.} = 0 \qquad (3)$$
$$(g_{1,4} r + k_{1,4})V_1 + \text{etc.} = 0$$
$$(g_{1,5} r + k_{1,5})V_1 + \text{etc.} = 0$$

Il est à remarquer qu'on obtient toutes ces équations en considérant cette fonction

$$Z = (g_1 r + k_1) V_1^2 + (g_2 r + k_2) V_2^2 + \,.\,.\,.\, + (g_5 r + k_5) V_5^2 + 2 (g_{1,2} r + k_{1,2}) V_1 V_2 + \text{etc.}$$

et égalant à zéro ses dérivées partielles prises par rapport à chacune des indéterminées $V_1\, V_2 \,.\,.\, V_5$.

Si l'on élimine entre ces équations (3) quatre des indéterminées $V_1\, V_2 \,.\,.\,.\, V_5$, la 5[e] disparaîtra en même temps, et l'on parviendra à une équation du 5[e] degré en r.

Je prouve d'abord que cette équation en r aura toutes ses racines réelles et inégales, si l'une de ces deux fonctions

$$g_1 V_1^2 + g_2 V_2^2 + \,.\,.\, + g_5 V_5^2 + 2\, g_{1,2}\, V_1 V_2 + \text{etc.}$$
$$k_1 V_1^2 + k_2 V_2^2 + \,.\,.\, + k_5 V_5^2 + 2\, k_{1,2}\, V_1 V_2 + \text{etc.}$$

jouit de la propriété de conserver constamment le même signe, quelles que soient les valeurs réelles qu'on attribue aux indéterminées $V_1\, V_2 \,.\,.\, V_5$. Cette propriété a lieu, comme on sait,

moyennant un système déterminé de relations au nombre de 5 entre les coefficiens $g_1\, g_2 \,..\, g_5\, g_{1,2} \,..$ ou entre $k_1\, k_2 \,..\, k_5\, k_{1,2}$ etc. Il existe, d'ailleurs, plusieurs systèmes de relations également propres à manifester cette propriété quand elle a lieu.

Je dois dire que la proposition qui vient d'être énoncée n'est pas nouvelle ; car Laplace avait déja démontré la réalité et l'inégalité des racines d'une équation déduite d'un système pareil à celui des équations (3), où les coefficiens $g_{1,2}\, g_{1,3}\, g_{2,3}$ etc., seraient supposés nuls (Chap. 6 du Liv. II de la Méc. cél.). Sa démonstration, et les deux autres que j'expose dans mon mémoire, peuvent être appliquées avec les modifications convenables, aux équations transcendantes auxquelles conduit l'intégration des équations linéaires à différences partielles.

Je reprends la question pour la traiter par une nouvelle méthode qui ne suppose pas que l'on connaisse la forme générale des racines imaginaires des équations. Cette méthode exige que l'on élimine successivement $V_1\, V_2 \,.\,.\, V_5$ entre les équations (3). On peut établir un ordre quelconque entre $V_1\, V_2 \,.\,.\, V_5$ pour faire cette élimination. J'élimine d'abord V_1, ensuite V_2, puis V_3, etc., en procédant de la manière suivante :

Je tire de la 1re des équations (3) cette valeur de V_1

$$V_1 = \frac{-(g_{1,2}r+k_{1,2})V_2-(g_{1,3}r+k_{1,3}(V_3-(g_{1,4}r+k_{1,4})V_4-(g_{1,5}r+k_{1,5})V}{g_1 r+k_1}$$

et je la substitue dans les 4 autres équations (3') en les multipliant par $g_1 r + k_1$, que je désigne par L. J'obtiens ainsi 4 équations où $V_2\, V_3\, V_4\, V_5$ sont au 1er degré, et ont pour coefficiens des fonctions entières de r du second degré. Je désigne par M celle qui multiplie V_2 dans la première de ces 4 équations. J'élimine de la même manière V_2 entre cette première équation et chacune des trois autres. J'obtiens 3 nouvelles équations ne renfermant plus que $V_3\, V_4\, V_5$, dont les coefficiens seront des fonctions de r du 4e degré, toutes divisibles par L. Il faudra effectuer la division, après laquelle V_3 aura pour coefficient dans la 1re de ces équations une fonction du 3e degré, que je désignerai par N. En éliminant de même V_3 entre ces 3 dernières équations, j'aurai deux équations entre V_4 et V_5 dont les coefficiens seront divisibles par M. La division effectuée, V_4 aura pour coefficient une fonction de r du 4e degré que j'appelerai P. Enfin l'élimination de V_4 donnera une équa

tion de la forme N Q $V_5 = 0$, qu'il faut réduire à $Q = 0$. C'est l'équation finale du 5[e] degré en r qu'il s'agissait de former.

Cela posé, en désignant par G un nombre positif quelconque, je considère le système de ces fonctions G, L, M, N, P, Q, et je suppose que, dans toutes, le coefficient de la plus haute puissance de r soit positif. Il résultera de cette condition que la fonction

$$g_1 V_1^2 + g_2 V_2^2 + \ldots + g_5 V_5^2 + 2 g_{1,2} V_1 V_2 + \text{etc.}$$

demeurera constamment positive pour toutes les valeurs possibles des indéterminées V_1 V_2 . . . V_5.

Cette condition étant admise, voici les principales propositions que j'établis.

Les fonctions L, M, N, P, Q, auront toutes leurs racines réelles et inégales (1). Les racines de chacune de ces fonctions comprendront dans leurs intervalles les racines de la fonction précédente. Il peut cependant arriver que, pour des valeurs numériques particulières des coefficiens g_1 g_2 g_5 $g_{1,2}$, k_1 k_2 etc. deux fonctions consécutives aient une ou plusieurs racines communes ; mais ce cas ne fait pas exception au théorème.

Si l'on substitue à la place de r un nombre quelconque A, positif ou négatif dans toutes les fonctions G, L, M, N, P, Q, autant la suite des signes de ces fonctions pour $r = A$ contiendra de variations, autant l'équation $Q = 0$ aura de racines supérieures à A. Une fonction qui sera nulle pour $r = A$ ne devra pas être comptée. Si l'on substitue à la place de r deux nombres quelconques A et B dans ces fonctions G, L, M, N, P, Q, la différence entre le nombre des variations contenues dans la suite de leurs signes pour $r = A$, et le nombre des variations contenues dans la suite de leurs signes pour $r = B$, sera précisément égale au nombre des racines de l'équation $Q = 0$ comprise entre A et B.

Si l'on peut reconnaître que l'une des fonctions qui précèdent Q, par exemple la fonction N, conserve le même signe pour toutes les valeurs de r croissantes depuis A jusqu'à B, il ne sera point nécessaire de substituer A et B dans les fonctions G, L, M, qui précèdent N, il faudra seulement les substituer dans N, P et Q ; la différence entre le nombre des variations formées par les signes de ces fonctions N, P, Q, pour $r = A$ et le nombre des variations formées par leurs signes pour $r = B$, sera égale

(1) Pour abréger le discours, j'appelle *racine d'une fonction de r* toute valeur de r qui rend cette fonction égale à zéro.

au nombre des racines réelles de l'équation $Q = 0$ comprises entre A et B (*).

Ces théorèmes, dont je donne deux démonstrations différentes, fournissent pour la résolution de l'équation $Q = 0$ une méthode qui me semble plus simple que toute autre qu'on pourrait employer, en ce que le même calcul par lequel on forme l'équation $Q = 0$ donne le système de fonctions auxiliaires qui sert à la résoudre. Au surplus, cette équation ayant toutes ses racines réelles, pourrait être résolue par la seule application de la règle de Descartes.

Soient $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ les 5 racines réelles de l'équation $Q = 0$ rangées par ordre de grandeur depuis la plus grande α jusqu'à la plus petite ε. Pour chacune de ces valeurs de r on tirera des équations (3) des valeurs correspondantes de $V_1\,V_2\,..\,V_5$ dont une est arbitraire. La fonction Z sera nulle en même temps que ses dérivées $\frac{dZ}{dV_1}, \frac{dZ}{dV_2}\cdots$ pour chacun de ces systèmes de valeurs de r et de $V_1\,V_2\,..\,V_5$. Si l'on donne à r une valeur plus grande que α, cette fonction Z sera toujours positive pour

(*) Dans l'extrait de mon mémoire sur la résolution des équations numériques (n° 271 du Bulletin de juin), j'ai négligé de dire que, si parmi les fonctions auxiliaires $V_1\,V_2\,..$ dont il est question dans cet article, l'une d'elles, V_i conserve le même signe pour toutes les valeurs de x croissantes depuis A jusqu'à B, le nombre des racines réelles de l'équation $V = 0$ comprises entre A et B, sera égal à la différence entre le nombre des variations contenues dans la suite des signes des fonctions $V\,V_1\,V_2\,..\,V_i$ pour $x = A$ et le nombre des variations contenues dans la suite des signes de ces mêmes fonctions pour $x = B$. Ma méthode admet encore d'autres simplifications.

Je dois aussi ajouter à l'extrait de mon mémoire sur les équations de la forme $A\,x^{\alpha} + B\,x^{\beta} + \ldots = 0$, que les principes que j'ai indiqués pour la recherche de leurs racines réelles, sont également applicables à un grand nombre d'équations transcendantes, parmi lesquelles je citerai les suivantes :

$$M\,\sin.\,P + N\,\cos.\,P = R\,,\quad \tang.\,P = Q,$$

$$e^{P} = R\,,\qquad A\,e^{\alpha x} + B\,e^{\beta x} + \ldots = R$$

où M, N, P et Q sont des fonctions rationnelles quelconques de l'inconnue x, R une fonction entière; α, β, A, etc., des constantes réelles.

On peut trouver pareillement les valeurs de x qui réduisent à zéro certaines fonctions définies par des équations différentielles.

toutes les valeurs possibles des indéterminées $V_1\, V_2 \ldots V_5$. Si l'on donne à r une valeur plus petite que ε, Z sera au contraire toujours négative, quelles que soient $V_1\, V_2 \ldots V_5$. Lorsqu'on fait $r = \alpha$ et qu'on prend pour $V_1\, V_2 \ldots V_5$ les valeurs correspondantes à $r = \alpha$ que donnent les équations (3), la fonction Z devient un minimum : au contraire $r = \varepsilon$ et les valeurs de $V_1\, V_2 \ldots V_5$ correspondantes à $r = \varepsilon$, rendent Z un maximum. Mais pour $r = \beta, \gamma, \delta$, cette fonction Z ne sera ni maximum ni minimum, quoiqu'on ait alors $\frac{dZ}{dV_1} = o\ \frac{dZ}{dV_2} = o$ etc. Cependant je fais voir qu'elle pourra le devenir si l'on établit entre $V_1\, V_2 \ldots V_5$ certaines relations particulières.

En considérant r comme une fonction de $V_1\, V_2 \ldots V_5$ donnée par l'équation $Z = o$, on aura aussi $\frac{dr}{dV_1} = o, \frac{dr}{dV_2} = o, \ldots$ pour chaque système de valeurs de r et de $V_1\, V_2 \ldots$ tirées des équations (3).

Si, en substituant à la place de r la plus grande racine α de l'équation $Q = o$ dans les binomes $g_{1,2}\, r + k_{1,2}$, $g_{1,3}\, r + k_{1,3}$, .. $g_{2,3}\, r + k_{2,3}$ etc., on ne trouve que des résultats négatifs (ou zéro), les valeurs de $V_1\, V_2 \ldots V_5$ correspondantes à cette plus grande racine α qu'on tirera des équations (3), seront toutes de même signe. Si, en substituant la plus petite racine ε dans les mêmes binomes $g_{1,2}\, r + k_{1,2}$ etc., on n'obtient que des résultats positifs, les valeurs de $V_1\, V_2 \ldots V_5$ correspondantes à cette plus petite racine ε, seront encore toutes de même signe. Le nombre G étant toujours supposé positif, si le coefficient de la plus haute puissance de r était négatif dans L, positif dans M, négatif dans N, et ainsi de suite; on ramènerait ce cas à celui où tous ces coefficiens sont positifs, en changeant simplement r en $-r$ dans les équations (3).

Les théorèmes qui viennent d'être énoncés auront encore lieu si c'est la fonction $k_1 V_1^2 + k_2 V_2^2 + \ldots + k_5\, V_5^2 + 2k_{1,2}\, V_1\, V_2 +$, etc., au lieu de $g_1\, V_1^2 + g_2\, V_2^2 + \ldots + 2\, g_{1,2}\, V_1\, V_2 +$ etc., qui jouit de la propriété de conserver constamment le même signe, pour toutes les valeurs possibles de $V_1\, V_2 \ldots V_5$. C'est ce qu'on voit en divisant les équations (3) par r, puis prenant $\frac{1}{r}$ pour inconnue, à l place de r. Quand ces deux fonctions à-la-fois seront toujours positives pour toutes les valeurs de $V_1\, V_2 \ldots V_5$, les raci-

nes de l'équation $Q = o$ seront toutes négatives. Quand l'une de ces fonctions sera toujours positive et l'autre toujours négative, les racines de l'équation $Q = o$ seront toutes positives.

Si les coefficiens des plus hautes puissances de r dans les fonctions G, L, ... Q avaient des signes quelconques, le nombre des racines réelles de l'équation $Q = o$ ne pourrait pas être moindre que la différence entre le nombre des variations formées par les signes de ces fonctions pour $r = \infty$ et le nombre des variations formées par leurs signes pour $r = -\infty$.

Enfin, en faisant de différentes manières l'élimination de $V_1\, V_2 \,..\, V_5$ entre les équations (3) pour arriver à l'équation $Q = o$, on peut obtenir plusieurs systèmes de fonctions, telles que G L M N P Q, qui jouiront tous des propriétés précédentes. Je dois ajouter que quelques-uns de ces théorèmes pourraient être sujets à exception, si 2 ou plusieurs fonctions consécutives parmi L M N P Q avaient des facteurs communs, ce qui n'a pas lieu tant que les coefficiens $g_1\, g_2 \,..\, g_{1,2}\, k_1$ etc., sont indéterminés.

En revenant à l'intégration des équations différentielles (1), je représente par $a_1\, a_2 \,..\, a_5$ les valeurs de $V_1\, V_2 \,..\, V_5$ correspondantes à $r = \alpha$ que donnent les équations (2), valeurs dont une est arbitraire; je désigne de même par $b_1\, b_2$ .. les valeurs de $V_1\, V_2$ .. pour $r = \beta$, puis par $c_1\, c_2$ .. celles qui répondent à $r = \gamma$, etc. Ces valeurs étant censées toutes connues, les expressions générales et complètes des variables $u_1\, u_2 \,...\, u_5$ seront comme il suit:

$$u_1 = a_1 A e^{\alpha t} + b_1 B e^{\beta t} + c_1 C e^{\gamma t} + d_1 D e^{\delta t} + e_1 E e^{\varepsilon t}$$
$$u_2 = a_2 A e^{\alpha t} + b_2 B e^{\beta t} + \text{etc.} \qquad (4)$$
$$u_3 = a_3 A e^{\alpha t} + b_3 B e^{\beta t} + \text{etc.}$$
etc.

Il faut déterminer les 5 constantes arbitraires A, B, C, D, E, de manière que pour $t = o$ on ait $u_1 = f_1$, $u_2 = f_2$ .. $u_5 = f_5$. J'emploie à cet effet la méthode connue de Lagrange, qui donne (5)

$$= \frac{(g_1a_1 + g_{1,2}a_2 + g_{1,3}a_3 + g_{1,4}a_4 + g_{1,5}a_5)f_1 + (g_{1,2}a_1 + g_2a_2 + \,..\, + g_{2,5}a_5)f_2}{g_1a_1 + g_2a_2^2 + \,..\, + g_5a_5^2 + 2g_{1,2}a_1a_2 + \text{etc.}}$$

On a des valeurs analogues pour B C D E.

La même analyse conduit à des relations entre $a_1\, a_2 \,..\, a_5$ $b_1\, b_2 \,..\, c_1\, c_2$ .., telles que la suivante:

$$g_1a_1b_1 + g_2a_2b_2 + \,..\, + g_5a_5b_5 + g_{1,2}(a_1b_2 + a_2b_1) + \text{etc.} = o. \qquad (6)$$

qui peut servir à prouver la réalité des racines de l'équation $Q = o$.

Si après avoir substitué les valeurs de A B C . . dans les formules (4), on y fait $t=0$, on doit retrouver $u_1=f_1$, $u_2=f_2$ etc. Il faudra ensuite que les termes affectés de f_1 dans chaque équation se détruisent séparément. Il en sera de même de ceux qui renfermeront f_2 etc. De là résultent de nouvelles relations au nombre de 25 entre $a_1\ a_2\ ..\ b_1\ b_2$ etc., telles que les deux suivantes : (7)

$$\frac{g_1 a_1^2 + g_{1,2} a_1 a_2 + g_{1,3} a_1 a_3 + g_{1,4} a_1 a_4 + g_{1,5} a_1 a_5}{g_1 a_1^2 + g_2 a_2^2 + \ldots + g_5 a_5^2 + 2 g_{1,2} a_1 a_2 + \text{etc.}} + \frac{g_1 b_1^2 + g_{1,2} b_1 b_2 + \ldots + g_{1,5} b_1 b_5}{g_1 b_1^2 + g_2 b_2^2 + \ldots + 2 g_{1,2} b_1 b_2 + \ldots} + \text{etc.} = 1$$

$$\frac{g_{1,2} a_1^2 + g_2 a_1 a_2 + g_{2,3} a_1 a_3 + g_{2,4} a_1 a_4 + g_{2,5} a_1 a_5}{g_1 a_1^2 + g_2 a_2^2 + \ldots + 2 g_{1,2} a_1 a_2 + \ldots} + \frac{g_{1,2} b_1^2 + g_2 b_1 b_2 + g_{2,3} b_1 b_3 + g_{2,4} b_1 b_4 + g_{2,5} b_1 b_5}{g_1 b_1^2 + g_2 b_2^2 + \ldots + 2 g_{1,2} b_1 b_2 + \ldots} + \text{etc.} = 0.$$

Les quantités $a_1\ a_2\ ..\ b_1\ b_2\ ..$ sont encore liées entre elles par d'autres relations qu'on obtient en remplaçant dans les formules précédentes (6) et (7) les coefficiens $g_1\ g_2\ ..\ g_{1,2}$ etc. par $k_1\ k_2\ ..\ k_{1,2}$ etc.

Après avoir déduit ces formules de l'intégration effectuée des équations différentielles (1), je les établis de nouveau d'une manière directe et indépendante de cette intégration. Je prouve que même en faisant abstraction des équations (3), les formules (7) sont une conséquence nécessaire des formules (6), qui, à leur tour, peuvent être déduites des formules (7). Je fais voir à ce sujet que si des indéterminées $V_1\ V_2\ ..\ V_5$ sont liées avec d'autres indéterminées $X_1\ X_2\ ..\ X_5$ par les relations suivantes :

$$\begin{aligned} V_1 &= a_1 X_1 + b_1 X_2 + c_1 X_3 + d_1 X_4 + e_1 X_5 \\ V_2 &= a_2 X_1 + b_2 X_2 + c_2 X_3 + d_2 X_4 + e_2 X_5 \\ V_3 &= a_3 X_1 + b_3 X_2 + \ldots \\ V_4 &= a_4 X_1 + b_4 X_2 + \ldots \\ V_5 &= a_5 X_1 + b_5 X_2 + \ldots \end{aligned}$$

et si l'on admet seulement que les coefficiens $a_1\ a_2\ ..\ a_5\ b_1$ etc. vérifient le système des équations telles que (6), on aura ces formules réciproques

$$\frac{(g_1 a_1 + g_{1,2} a_2 + g_{1,3} a_3 + g_{1,4} a_4 + g_{1,5} a_5) V_1 + (g_{1,2} a_1 + g_2 a_2 + g_{2,3} a_3 + \ldots) V_2 + \text{etc.}}{g_1 a_1^2 + g_2 a_2^2 + \ldots + g_5^2 a_5 + 2 g_{1,2} a_1 a_2 + \text{etc.}}$$

$$\frac{(g_1 b_1 + g_{1,2} b_2 + g_{1,3} b_3 + g_{1,4} b_4 + g_{1,5} b_5) V_1 + (g_{1,2} b_1 + g_2 b_2 + g_{2,3} b_3 + \ldots) V_2 + \text{etc.}}{g_1 b_1^2 + g_2 b_2^2 + \ldots + g_5 b_5^2 + 2 g_{1,2} b_1 b_2 + \text{etc.}}$$

etc.

En outre la fonction homogène du second degré

$$g_1 V_1^2 + g_2 V_2^2 + \ldots + g_5 V_5^2 + 2 g_{1,2} V_1 V_2 + \text{etc.}$$

se transformera dans la suivante :

$$(g_1 a_1^2 + g_2 a_2^2 + \ldots + g_5 a_5^2 + 2 g_{1,2} a_1 a_2 + \text{etc.}) X_1^2 + (g_1 b_1^2 + g_2 b_2^2 + \ldots + 2 g_{1,2} b_1 b_2 + \ldots$$
$$+ \ldots\ldots\ldots + (g_1 e_1^2 + g_2 e_2^2 + \ldots + 2 g_{1,2} e_1 e_2 + \ldots) X_5^2$$

qui ne renferme que les carrés des nouvelles variables $X_1\ X_2 \ldots X_5$.

On aura en même temps pour cette autre fonction

$$k_1 V_1^2 + k_2 V_2^2 + \ldots + k_5 V_5^2 + 2 k_{1,2} V_1 V_2 + \text{etc.}$$

une transformation toute pareille, en changeant simplement $g_1\ g_2 \ldots g_{1,2}$ etc. en $k_1\ k_2 \ldots k_{1,2} \ldots$ si l'on admet comme auparavant, que les quantités $a_1\ a_2 \ldots b_1$ etc., tirent leur origine des équations (2).

Ces dernières formules renferment, comme cas très-particuliers, celles de la transformation des coordonnées et celles par lesquelles on rapporte les surfaces du second degré qui ont un centre au système de leurs diamètres principaux.

J'ai présenté à l'Académie des sciences, le 3 août 1829, un mémoire plus étendu que le précédent, *sur la distribution de la chaleur dans un assemblage de vases*, et le 19 octobre un autre mémoire qui a pour objet principal une *nouvelle théorie relative à une classe de fonctions transcendantes*, que l'on rencontre dans la résolution des problèmes de la physique mathématique. Je rendrai compte de ces deux mémoires dans un prochain Bulletin.

197. LETTRE DE M. CORIOLIS AU RÉDACTEUR. Paris, le 1er octobre 1829.

Par suite d'un malentendu entre M. Poncelet et moi, relativement à des époques de communications réciproques de nos travaux, les termes de la préface de mon ouvrage sur *le calcul de l'effet des machines* pourraient être interprétés d'une manière fâcheuse pour ce géomètre. D'après l'explication que nous avons eue à ce sujet, j'ai jugé nécessaire d'apporter dans la rédaction de cette préface un changement qui ôte tout soupçon que M. Poncelet pourrait avoir profité en aucune manière des additions que j'ai faites au manuscrit que je lui avais communiqué en 1824. Je désire que vous puissiez faire connaître, par la voie du *Bulletin*, aux personnes qui pourraient avoir déjà mon ouvrage, qu'elles devront substituer aux

2 premières pages de la préface, un carton qu'on leur délivrera chez Carillian, libraire des ponts et chaussées. DE CORIOLIS.

198. NOTE SUR QUELQUES PRINCIPES DE MÉCANIQUE RELATIFS A LA SCIENCE DES MACHINES; par M. PONCELET, capitaine du Génie.

M. de Coriolis, ingénieur des ponts et chaussées à Paris, vient de publier, sur la science des machines, un travail qui ne pourra manquer d'attirer l'attention des ingénieurs et des mécaniciens instruits, et qui sera particulièrement utile aux élèves de l'École polytechnique qui désirent se préparer à suivre avec fruit les leçons de mécanique appliquée qui leur sont données dans les diverses écoles de services publics. Cet ouvrage, dont le texte imprimé a fait l'objet d'un rapport favorable et étendu de M. Navier, à l'Institut, contient, sur la théorie des machines, divers sujets de recherches qui ont directement trait à la matière des leçons que je professe, depuis 1825, à MM. les élèves de l'École d'application de Metz, et sur lesquelles j'ai publié, dans l'hiver de 1826, un cahier lithographié ayant pour titre : *Cours de mécanique appliquée aux machines, professé*, etc.

Comme cet ouvrage n'a point été livré dans le commerce de la librairie et n'a été distribué qu'à un petit nombre d'exemplaires aux élèves et aux employés de l'École de Metz, ainsi qu'à diverses personnes étrangères, comme il n'est en quelque sorte connu dans le public que par le rapport, fait en 1827, par MM. Arago et Dupin à l'Académie royaye des sciences (1), je pense qu'il ne sera pas sans intérêt pour les lecteurs du *Bulletin des sciences* d'appeler leur attention sur quelques-uns des objets qui y sont traités et qui viennent tout récemment

(1) C'est dans l'année même de 1826 que j'ai présenté et déposé à cette Académie, l'exemplaire de la lithographie de mes leçons, qui a servi de base au jugement de MM. les Commissaires : je me proposais d'apporter diverses additions et améliorations au contenu de cette lithographie, lors de la seconde édition en 1828; mais l'état fâcheux de ma santé m'en a empêché; de sorte que cette édition, due aux soins de M. le capitaine du génie Gosselin, est, à quelques légers changemens près dans la rédaction, entièrement conforme à celle de mars 1826, qui se trouve déposée à la bibliothèque de l'Institut.

d'occuper M. de Coriolis dans son *Calcul de l'effet des machines.* Toutefois je n'insisterai, quant à présent, que sur deux des points dont il s'agit, parce que je les considère comme fondamentaux dans la question du mouvement des machines, et que, d'une part, leur exposition, dans l'ouvrage de M. de Coriolis, a été signalée comme tout-à-fait neuve, par M. Navier, lorsqu'il en a rendu compte à l'Académie des sciences, et que, d'une autre part, l'un de ces mêmes points a aussi fait le sujet d'un mémoire que M. Cauchy a lu, en 1828, à cette Académie, sous le titre de *Nouveau principe de mécanique.*

Le premier de ces points concerne le *moment virtuel du frottement des engrenages,* dont j'ai donné l'expression générale dans la lithographie de mon cours, expression qui m'a servi ensuite à découvrir la valeur moyenne de ce frottement et de la quantité d'action ou de travail qu'il absorbe pour les diverses surfaces de dents en usage dans la construction des machines.

M. Navier, en parlant des recherches de M. de Coriolis, relatives à ce sujet, dit, page 3 du rapport imprimé en tête du *Calcul de l'effet des machines :* « On remarquera ici une expression très-simple, qui n'avait pas encore été donnée, du travail consommé par le frottement des engrenages, expression qui se réduit à l'intégrale du produit de la résistance du frottement par la variation de la distance des points en contact, etc.» Or, cette proposition est le résultat immédiat des considérations préliminaires, sur le frottement des engrenages, que j'ai exposées aux § 112 et 113 de la lithographie de mes leçons, et elle se trouve explicitement indiquée, soit dans une note placée à la fin de l'édition de 1826, de cette lithographie, soit dans le § 113 de l'édition de 1827. Partant de là d'ailleurs et considérant successivement les divers genres d'engrenages et de surfaces de dents aujourd'hui en usage dans la construction des machines, et qui se rapportent à la transmission du mouvement uniforme, j'en ai déduit, par le développement en séries très-convergentes de l'expression du moment ou de l'intégrale du moment virtuel du frottement (1), intégrale qui se réduit à une

(1) M. Navier a, le premier, donné, dans ses notes sur *l'Archit. hydr.* de Bélidor, l'expression exacte du frottement moyen des dents pour le cas d'une Came conduisant le mentonnet d'un pilon, et d'une épicycloïde conduisant le flanc droit d'un pignon.

quantité purement algébrique dans le cas des développantes, j'en ai déduit, dis-je, cette règle générale, fort simple et suffisamment exacte pour la pratique.

« Soit m le nombre des dents de l'une des roues, m' celui de l'autre, Q l'effort moyen qui s'exerce, de la part de la puissance, sur la circonférence primitive de la roue qui est conduite, π le rapport de la circonférence au diamètre, f celui du frottement à la pression pour les substances en contact, *a le pas* ou l'arc de cercle qui sépare les centres de deux dents consécutives quelconques, sur l'une et sur l'autre circonférences primitives des deux roues, et enfin R et R' les rayons de ces circonférences, lesquels peuvent devenir nuls pour certains genres d'engrenages, la force tangentielle moyenne nécessaire à appliquer au point de contact des circonférences primitives, pour vaincre le frottement des dents, a pour mesure l'expression $fQ\frac{(m+m')}{mm'}\pi$ ou $fQ\frac{(R+R')}{RR'}\frac{a}{2}$, et la quantité d'action ou de travail, absorbée par ce même frottement pendant que les circonférences primitives décrivent l'arc a ou $\frac{2\pi R}{m}=\frac{2\pi R'}{m'}$, a pour valeur cette autre expression $fQ\frac{(m+m')}{mm'}\pi a=fQ\frac{(R+R')}{RR'}\frac{a^2}{2}$. Voyez la lithographie de mes leçons depuis le § 114 jusqu'au § 126 inclusivement.

Feu Woisard, répétiteur aux écoles de l'artillerie, qui suivait, en 1826, mes leçons de mécanique appliquée aux machines, et qu'une mort prématurée a enlevé aux sciences qu'il cultivait avec beaucoup de succès, ayant observé que les résultats auxquels j'avais été conduit par mes principes sur le frottement des engrenages, différaient, pour certains cas, de ceux qu'avaient obtenus d'autres géomètres en se basant sur la théorie ordinaire des momens ou des bras de leviers, feu Woisard fut porté à faire sur ce sujet épineux des recherches, dans le temps même que je professais cette partie du cours, et que j'en rédigeais à la hâte la substance pour la livrer à la lithographie; en partant des principes généraux que j'avais établis, il parvint à cette autre proposition fort remarquable, que je m'empressai de rapporter dans une note placée à la fin de la première édi-

tion de mes leçons, et qui fut reproduite par M. Gosselin dans une autre note annexée au § 114 de la seconde.

« Le moment virtuel où la quantité d'action élémentaire relative au frottement de deux dents quelconques qui glissent l'une sur l'autre, est mesurée, selon les cas, par l'expression $pd\theta+p'd\theta'$ ou par $pd\theta-p'd\theta'$, $d\theta$, $d\theta'$ représentant toujours les angles élémentaires décrits simultanément par les deux roues; et p, p' les perpendiculaires abaissées, des centres, sur la tangente commune aux courbes de dents en contact. » Il résulte en effet clairement, de cette proposition, que dans le calcul du frottement des engrenages, il ne faut pas se contenter, comme on le fait ordinairement, de prendre le moment de la résistance par rapport au centre de la roue qui conduit, mais encore par rapport au centre de celle qui est conduite.

Le second point sur lequel je désire appeler spécialement l'attention du lecteur, est relatif à la question du choc des corps assujettis à certains mouvemens ou à certaines liaisons, question que M. de Coriolis a traitée fort au long dans le chapitre III de son nouvel ouvrage, et sur laquelle il a présenté des considérations neuves à plusieurs égards; je ferai remarquer qu'étant obligé, d'après les programmes de l'École d'application de Metz, d'aborder directement toutes les questions qui concernent les pertes d'action occasionées par les résistances qui naissent de la variation lente ou brusque de la vitesse dans les machines à pilons, à marteaux et à mouvemens alternatifs quelconques, j'ai dû faire une étude approfondie des théories qui se rapportent à ce genre de questions. Ce qui a été écrit, en particulier sur le choc des corps, par nos meilleurs auteurs, notamment par D'Alembert et Carnot, par MM. Poisson et Navier, avait paru n'être point entièrement exempt de difficultés ou d'obscurité, soit dans les applications, soit sous le point de vue théorique : le principe de D'Alembert, entre autres, sur l'équilibre statique des quantités totales de mouvement acquises ou perdues, qu'on assimilait à des forces ordinaires, et qu'on nommait *forces de percussion ;* celui de Carnot, relatif aux pertes de forces vives dans le choc des corps durs, ainsi que les belles applications qui avaient été faites, de ces principes, par feu Petit et par MM. Poisson et Navier, avaient été attaquées ou du moins révoquées en doute par beaucoup de personnes.

M. de Coriolis lui-même en faisait la critique dans ses *feuilles manuscrites* de 1819, *sur la sciences des moteurs et des machines*, feuilles dont il m'a donné communication en décembre 1824; mais il n'y avait rien substitué d'ailleurs de satisfaisant et de spécial, ou plutôt il s'était contenté de rapporter, d'après un *mémoire* de Lagrange inséré dans le tome I des *Mélanges de l'Académie de Turin*, une analyse fort complexe sur le choc de deux files de molécules rangées en ligne droite et séparées par des ressorts plus ou moins raides et élastiques. Cette analyse qui a été reprise depuis avec succès, par M. Cauchy, n'avait pu conduire M. de Coriolis qu'à quelques conséquences particulières assez évidentes d'elles-mêmes, sur les lois du choc linéaire, conséquences, qu'il a depuis rapportées brièvement au commencement du chapitre III du *Calcul de l'effet des Machines*.

Les feuilles manuscrites dont il s'agit ne contenant d'ailleurs, sur le choc en général, rien de tout ce qui constitue la matière des § 73, 74 et suivans, du nouvel ouvrage de M. de Coriolis, jusqu'au § 82 inclusivement, et M. Cauchy n'ayant point encore, à l'époque de 1826, publié ses Recherches sur cette matière, j'ai dû entreprendre de lever, par moi-même, les doutes et les difficultés dont elle paraissait encore susceptible, avant d'entamer, pour chaque machine en particulier, le calcul des pertes de forces vives occasionées par les changemens brusques de la vitesse; j'ai voulu, en un mot, justifier, d'une manière rigoureuse s'il m'était possible, et en ayant égard à la durée du choc, à la compressibilité des corps, les méthodes jusque là employées par les auteurs, ou montrer du moins les conditions et les limites de leur existence et de leur emploi dans les applications spéciales que je devais en faire.

C'est à cet objet que j'ai consacré en grande partie le chapitre du texte lithographié de mes leçons de l'École de Metz, compris sous le titre général : *Des résistances provenant des variations de la vitesse ou de la force vive*, et qui s'étend depuis le § 130 jusqu'au § 156 inclusivement. Je recherchai d'abord comment on pouvait tenir compte de cette variation, dans les pièces de rotation des machines, lorsque, suivant l'acception ordinaire des mots, elle se fait par degrés insensibles, d'une manière continue ou avec lenteur, soit qu'elle provienne

d'ailleurs de l'irrégularité même d'action de, la puissance et de la résistance, soit qu'elle ait principalement sa source dans la disposition matérielle des pièces qui communiquent le mouvement du moteur à l'opérateur. Je tâchai de justifier les procédés de calcul en usage pour ce cas, les quels supposent que les forces variables du système, ainsi que les pressions et résistances passives qui naissent de ces forces, soient remplacées par les valeurs moyennes qui les concernent dans l'hypothèse d'un mouvement moyen parfaitement uniforme. Enfin, je montrai, soit dans le texte, soit dans une note (1), comment on pouvait se débarrasser de la complication des radicaux introduits par le frottement des tourillons, en demeurant dans des limites d'approximation suffisantes pour les applications de la pratique; complication qui empêche d'ailleurs qu'on puisse résoudre rigoureusement les équations différentielles du mouvement dans le cas où on prétend ne pas négliger l'influence de la force centrifuge et des forces motrices ou d'inertie qui naissent de la variation de la vitesse de chaque molécule des corps du système.

Dans un article qui est le complément et, en quelque sorte, la conséquence nécessaire des considérations générales qui précèdent, et qui a pour titre : *Influence des changemens brusques de la vitesse*, je me suis spécialement occupé de la question du choc dans les machines; et, considérant ce qui a lieu à une époque quelconque de la réaction des pièces, et pendant un instant infiniment petit, j'ai montré par quelle marche et dans quelles suppositions on pouvait, en général, parvenir à estimer les altérations totales de la vitesse et les pertes de forces vives éprouvées, après le choc, par les différens corps qui constituent la machine, 1° en vertu de la réaction directe et

(1) Je crois nécessaire de remarquer qu'il s'est glissé, vers la fin de cette note, quelques erreurs de calcul, qui tendent à modifier les conclusions trop générales que je me suis cru en droit d'en tirer, et qui consistent en ce que, dans le calcul de la quantité d'action absorbée en général par le frottement des tourillons des pièces de rotation, il serait permis de négliger l'influence des forces d'inertie et de la force centrifuge, attendu que les termes qu'elles introduisent dans l'intégrale relative à cette quantité d'action, seraient des fonctions périodiques susceptibles de disparaître entre les limites pour lesquelles on considère le mouvement de la machine.

réciproque de ces corps ; 2° en vertu des résistances passives qui naissent de cette réaction à l'endroit des parties frottantes.

J'ai fait voir que, attendu le déplacement total très-petit éprouvé par les molécules des corps choqués, cette recherche conduisait généralement et sans faire aucune hypothèse sur la nature des forces moléculaires ou des réactions qui se développent par suite de l'acte même du choc, à autant d'équations différentielles distinctes qu'il y a de pièces simples dans les machines, et que, dans certains cas, notamment quand on néglige les résistances tangentielles ou les frottemens que font naître, aux points de contact mutuels des corps, les forces de compression normales et réciproques, ces mêmes équations conduisaient, par l'élimination facile des momens virtuels relatifs à ces dernières forces, à une équation différentielle unique entre les momens virtuels des simples forces d'inertie des molécules matérielles du système, ou des quantités de mouvement infiniment petites, perdues et gagnées dans chaque élément du choc. Or, cette équation étant elle-même linéaire et intégrable exactement ou par termes, fait retomber sur celle qu'on déduit immédiatement du principe de D'Alembert relatif à l'équilibre des quantités de mouvement totales, quand on prend les intégrales entre deux instans quelconques du choc, ou, plus spécialement, depuis l'instant où le choc commence jusqu'à celui où on le suppose ordinairement fini pour les corps appelés *non élastiques*, c'est-à-dire jusqu'à l'instant où les pièces distinctes du système, ayant perdu toute vitesse relative suivant les normales communes aux points de leur contact mutuel, n'ont plus désormais qu'un simple mouvement virtuel ou géométrique. On sait d'ailleurs que, de l'équation d'équilibre dont il s'agit, considérée pour ce même instant où toute vitesse relative est détruite, et où la compression réciproque des corps est à sa limite, et va entièrement cesser ou se changer en extension, en répulsion, que de cette équation particulière, dis-je, on déduit sur-le-champ, et par une simple transformation algébrique, le principe de Carnot sur la perte des forces vives survenue dans le système; principe dont, au surplus, je n'ai point fait directement usage dans mes leçons sur le calcul des machines, parce que, généralement, il n'y est d'aucun secours, et qu'il suppose que l'on ait évalué préalable-

ment les pertes ou les gains de vitesse éprouvés par chacun des corps du système, d'après le principe ci-dessus de D'Alembert.

Dans le cas, au contraire, où il se développe, pendant le choc, des résistances extérieures qu'on ne peut considérer comme tout-à-fait indépendantes de l'intensité des forces de compression du système, elles introduisent, dans les équations différentielles distinctes du mouvement, des termes de la forme $Nndt$, qui ne peuvent s'éliminer ou disparaître de l'équation finale, et dans lesquels n est une ligne ou un bras de levier presque toujours constant pour les machines, et N une fonction explicite ou implicite des forces de compression dont il s'agit, et des forces motrices $m\frac{dv}{dt}$ relatives à l'inertie des diverses masses élémentaires dm des corps choqués, ainsi que de la variation infiniment petite dv de leur vitesse pour chaque instant dt du choc.

Or, si la quantité N n'est pas une fonction rationnelle et linéaire des forces dont il s'agit, si elle en est, par exemple, une fonction radicale, ce qui a souvent lieu pour le frottement des pièces de rotation, alors l'équation finale, de laquelle ont disparu seulement les momens des forces de compression réciproques du système, et qui contient encore ceux $Nndt$ relatifs aux frottemens, cette équation, dis-je, cessant d'être linéaire et intégrable immédiatement, on est conduit à des résultats différens de ceux qu'on obtiendrait en appliquant au système les conséquences du principe de D'Alembert sur l'équilibre entre les variations totales des quantités de mouvement, envisagées comme de simples forces de pression. Toutefois, il résulte des discussions mêmes et des équations que j'ai établies dans les numéros précédens, pour apprécier l'influence des changemens lents de la vîtesse dans le calcul des résistances passives, que, si le principe de D'Alembert n'est pas alors vrai, rigoureusement parlant, il peut du moins conduire à des résultats suffisamment exacts, pour les applications ordinaires, quand on l'emploie de la manière que l'indique, par exemple, M. Poisson dans son *Traité de mécanique élémentaire*, ou qu'il l'a fait postérieurement dans son savant et intéressant Mémoire concernant les *effets du tir d'un canon sur les différentes parties de son affût.*

Pour démontrer la légitimité de ces diverses conséquences,

il m'a fallu mettre en œuvre un nouveau principe d'analyse sur les fonctions radicales de la forme $\sqrt{X^2+Y^2}$, qui représentent la résultante de plusieurs forces, et duquel il résulte qu'on peut toujours, dans des limites d'approximation suffisantes pour les cas de pratique, remplacer une telle fonction par une autre de la forme $\alpha X+\beta Y$, dans laquelle X et Y sont censés les valeurs absolues des quantités qui entrent sous le signe, et α, β des coefficiens numériques positifs déterminés par la condition que l'erreur soit un *minimum* dans l'étendue où l'on a à considérer le rapport des valeurs de la fonction X à la fonction Y (1). A l'aide de ce principe, démontré dans une note jointe au cahier lithographié de mes leçons de 1826, on rend entièrement linéaires les équations différentielles du mouvement des machines, même dans les cas où on tient compte des frottemens; et, intégrant ensuite ces équations, on parvient immédiatement aux conséquences dont il s'agit relativement aux pertes d'action qui ont lieu par suite des changemens de mouvement qui s'opèrent brusquement ou avec lenteur.

M. de Coriolis, en s'occupant, en dernier lieu, de la question du choc dans les machines soumises à des résistances passives, et en cherchant à justifier généralement le principe relatif à l'équilibre statique des quantités de mouvement totales, pour le

(1) Supposons, par exemple, qu'on sache, d'après la nature de ces fonctions, que X surpasse constamment K fois Y, abstraction faite du signe, on devra prendre

$$\alpha=\frac{2}{1+\sqrt{2(1+K^2-K\sqrt{1+K^2})}},\quad \beta=\frac{2(\sqrt{1+K^2}-K)}{1+\sqrt{2(1+K^2-K\sqrt{1+K^2})}},$$

et l'erreur *maximum* qu'on risquera de commettre en substituant $\alpha X+\beta Y$ à $\sqrt{X^2+Y^2}$, depuis $X=KY$ jusqu'à $X=\infty$, sera la fraction

$$1-\frac{2}{1+\sqrt{2(1+K^2-K\sqrt{1+K^2})}}$$

de cette dernière quantité. Si l'on ne connaissait nullement l'ordre de grandeur des quantités X et Y, il faudrait supposer $K=0$, de sorte qu'on aurait alors $\alpha=\beta=0,828$ et l'erreur serait au plus le 0,1716 ou à-peu-près le sixième de $\sqrt{X^2+Y^2}$.

En faisant $K=\text{Cot}\,4\varphi$, les valeurs ci-dessus de α et de β prendront la forme très simple $\alpha=1-\text{tang}^2\varphi$, $\beta=2\,\text{tang}\,\varphi$, et l'erreur proportionnelle sera au plus $\text{tang}^2\varphi$: expressions qu'il est facile de calculer au moyen des tables de logarithmes.

cas où les pièces sont censées privées de toute force de ressort, de toutes vitesses relatives, après l'instant de la plus grande compression, M. de Coriolis, dis-je, n'a pas fait assez attention à la difficulté qui résulte de l'introduction des expressions radicales dans les termes concernant les momens virtuels des résistances passives, et que l'intégrale de ces termes n'était pas égale aux momens virtuels des frottemens dus aux forces de percussion, telles qu'on les déduirait du principe de D'Alembert; mais, à cela près, les résultats qu'il a obtenus et les conséquences qu'il a développées dans les articles compris depuis 73 jusqu'à 83 du *Calcul de l'effet des machines*, à l'aide de considérations analytiques qui lui sont propres, ces conséquences et ces résultats, dis-je, sont entièrement analogues à ceux que j'ai moi-même exposés dans la lithographie de mes leçons. J'y ai peu insisté d'ailleurs sur le point de vue général et théorique de la question; je me suis même contenté d'indiquer sommairement la marche des calculs et des raisonnemens, n'ayant d'autre intention que de justifier l'emploi que je prétendais faire de la méthode abrégée de M. Poisson, pour le calcul des pertes d'effet résultant des changemens brusques de la vitesse dans les machines à percussion, lorsqu'on suppose les différentes pièces privées de toute force de ressort, à l'instant de la plus grande compression, ou, plus généralement, lorsqu'on suppose qu'elles conservent un mouvement virtuel ou géométrique commun à la fin du choc.

Dans son *Mémoire sur un nouveau principe de mécanique*, déjà mentionné plus haut, M. Cauchy, après avoir attaqué la certitude des conséquences d'après lesquelles on admet ordinairement, dans les traités de mécanique, les principes de Carnot et de D'Alembert sur la perte des forces vives et l'équilibre entre les quantités de mouvement finies, a aussi cherché à établir la théorie du choc sur de nouvelles bases, c'est-à-dire en considérant les changemens infiniment petits de la vitesse ainsi que les forces de compression ou d'extension, qui se développent à chacun des instans successifs de la réaction réciproque des corps. Il résulte de la savante analyse de ce géomètre, la proposition générale qui suit : « Lorsque, dans un système de points matériels, les vitesses varient brusquement en vertu d'actions moléculaires développées par les chocs de quelques parties du sys-

tème, la somme des momens virtuels des quantités de mouvement acquises ou perdues pendant le choc, est nulle toutes les fois que l'on considère un mouvement virtuel dans lequel les vitesses de 2 molécules qui réagissent l'une sur l'autre, sont égales entre elles. »

M. Cauchy observe, en outre, que, quand le choc finit à l'instant même où « tout point matériel, qui a exercé une action moléculaire sur un autre point, se *réunit avec ce dernier* », le principe énoncé fournit toutes les équations nécessaires pour déterminer le mouvement des molécules des corps à cet instant, et que l'une d'entr'elles, concernant les vitesses effectives de ces molécules, exprime que « *la perte de force vive est la somme des forces vives dues aux vitesses perdues.* » Or, il est aisé d'apercevoir que ces conséquences renferment précisément aussi la justification des principes de D'Alembert et de Carnot, pour le cas qu'on nomme improprement *le choc des corps durs :* en effet, la condition sous laquelle les mêmes conséquences ont lieu, et qui consiste en ce que les molécules voisines se réunissent ou reprennent des distances invariables, et que les vitesses virtuelles considérées soient égales et parallèles, cette condition revient exactement à celle qui, selon une autre manière d'envisager les choses, exige qu'à l'instant du choc dont il s'agit, les différentes molécules des corps aient acquis un mouvement commun géométrique ou virtuel tel qu'elles cessent désormais de réagir les unes sur les autres, et que leur système, pour chaque corps, ait pris la forme stable que permettent, à cet instant, les conditions ordinaires de la liaison. En un mot, elle suppose qu'après le choc, les corps ne se quittent pas, ou qu'ils cheminent de concert et sans posséder de vitesses relatives suivant les normales communes aux points de leur contact mutuel; ce qui ramène les propositions de M. Cauchy précisément aux mêmes termes que celles que j'ai cherché à justifier, par des considérations directes, dans les §§ 138 et 139 de la lithographie de mes leçons de 1826.

A la vérité, ce célèbre géomètre considère, dans son Mémoire, le système général de corps solides assujettis à des conditions quelconques, et il en déduit, avec l'élégance et la profondeur qui lui sont propres, les équations complètes du mouvement pour l'instant où la condition ci-dessus est satisfaite,

tandis que je n'ai envisagé, dans mon travail, que le cas particulier des machines où tous les mouvemens des pièces sont obligés et solidaires, de sorte qu'il suffit de considérer un seul système de vitesses virtuelles, et par conséquent une seule équation d'équilibre pour chaque pièce distincte. Mais on doit remarquer que, si le cas traité par M. Cauchy paraît, sous un certain point de vue, comporter une plus grande généralité, sous un autre, ce cas en comporte véritablement moins que celui que j'ai envisagé, puisqu'on n'y tient pas compte des forces tangentielles qui peuvent agir aux points de contact mutuel des corps, et qui, étant du même ordre que les autres forces du système, ne sauraient être négligées dans l'état réel et physique de la question du choc. Ces mêmes forces introduisent, ainsi que je l'ai déjà expliqué, dans les équations différentielles du mouvement, des termes qui les compliquent, et qui empêchent que les raisonnemens et les conclusions du Mémoire de M. Cauchy puissent être admis sans restrictions, en mécanique, et comme applicables à tous les genres de forces ou d'actions moléculaires des corps.

En effet, ces conclusions et ces raisonnemens supposent que les forces moléculaires développées dans le choc, ou les forces de compression réciproque des corps, disparaissent toutes des équations fournies par le principe des vitesses virtuelles, lorsqu'on choisit ces vitesses de manière qu'elles soient égales et parallèles pour les molécules voisines; or, nous avons vu qu'il n'en était pas ainsi quand on fait intervenir, dans le système, les résistances tangentielles qui naissent aux points de contact des corps choqués; circonstance qui tient d'ailleurs, non à ce que le principe de M. Cauchy serait faux en lui-même, mais à ce que les conditions de son existence ne sont pas alors exactement remplies.

Je le répète encore, ni le théorème de D'Alembert sur l'équilibre statique des quantités totales de mouvement acquises ou perdues pendant le choc, ni celui de Carnot, sur l'altération de la somme des forces vives, ne sont applicables, en toute rigueur, aux différens cas où l'on est contraint de considérer des résistances tangentielles dans le système; et ce sont ces mêmes principes, convenablement entendus et appliqués, que justifient, en dernière analyse, les propositions énoncées

par M. Cauchy dans son mémoire de 1828, et dont elles assignent, d'une manière exacte et précise, les conditions mathématiques.

Paris, le 8 octobre 1829. PONCELET.

199. NOVA FUNDAMENTA THEORIÆ FUNCTIONUM ELLIPTICARUM; par C. G. JACOBI. Paris, 1829; Bachelier.

200. THÉORIE ANALYTIQUE DU SYSTÈME DU MONDE; par G. de PONTÉCOULANT. 2 Tom. in-8° de 508 et de 495 pages. Paris, 1829; Bachelier.

L'abondance des matières nous oblige à renvoyer l'analyse de ces deux importans ouvrages à un autre numéro du *Bulletin*.

ASTRONOMIE.

201. DISQUISITIONES ANALYTICÆ IN THEORIAM, etc. — Recherches analytiques sur la théorie des réfractions astronomiques; par M. Jones SVANBERG. (*Nova acta reg. Societatis scientiarum Upsal.;* Vol. IX, p. 89.)

Dans ce beau mémoire, M. Svanberg trouve l'équation différentielle de la réfraction de la lumière, et l'intègre. Cette opération le conduit à un résultat équivalent à ceux qu'ont obtenus d'autres géomètres, et en particulier Thomas Simpson. Mais il reste à appliquer cette formule générale à la constitution physique de l'atmosphère, et c'est là que se trouve la véritable difficulté de la question. M. Svanberg adopte des valeurs de constantes qui sont jugées dignes de confiance; il met à contribution les travaux de Delambre, de Laplace, de MM. Biot, Arago, Piazzi, Bessel et Groombridge, et trouve, d'après ses hypothèses, $16493^{m}7$ pour la hauteur de l'atmosphère, et $27'49''426$ pour la réfraction à l'horizon, nombres évidemment trop faibles. Il compose sur ces principes une table qu'il compare à celles qui sont en usage par les auteurs les plus estimés. Il trouve que

tant que l'astre n'est pas à plus de 70° et même 80° de distance zénithale, sa table ne diffère pas sensiblement des précédentes. C'est, au reste, un fait que M. Plana a mis en évidence, en en expliquant la cause théorique, dans son beau mémoire inséré dans le tome 32 de l'Académie de Turin. M. Svanberg fait alors subir à son calcul une modification, en prenant la réfraction horizontale des tables françaises, et arrive à d'autres erreurs qui le forcent à la rejetter encore. Il adopte ensuite une autre loi de variation dans la constitution de l'atmosphère, et arrive à une formule qui, convertie en table, se rapproche beaucoup plus de celles que l'expérience a fait juger les plus exactes. Ce beau mémoire de M. Svanberg se recommande à l'attention des astronomes, et celui de M. Plana, qui a jeté de si vives lumières sur ce sujet, en montre l'utilité et le mérite. FRANCOEUR.

202. TROUVER LA MARCHE DES GARDE-TEMPS; par Edward RIDDLE, esq., membre de la Société astronomique de Londres. (*Mémoires de cette Société*; Tome III, partie 2, p. 215.)

Après avoir passé en revue les différens procédés pour régler les chronomètres, l'auteur s'étend sur une méthode qui consiste à observer une étoile vers le point vertical, et à l'observer de nouveau quelques jours après, lorsqu'elle se trouve à la même hauteur. Il est clair que la durée écoulée doit être d'autant de fois 24 heures sidérales qu'il y a eu de jours intermédiaires. Si la montre indique le temps moyen, elle aura dû retarder d'autant de fois 3'55"709; il sera donc facile de connaître son avance diurne. Ce que ce Mémoire présente de remarquable, c'est qu'on y tient compte des effets de la réfraction, correction qu'on a toujours négligée dans les applications de la méthode des hauteurs correspondantes, et qui conduit quelquefois à de petites erreurs, quand l'astre est voisin de l'horizon. M. Riddle donne des exemples pour montrer l'emploi de son procédé, et il présente des tables qui en rendent l'usage extrêmement facile. Les astronomes chargés de régler les chronomètres dans les ports de mer, pour les bâtimens qui se disposent aux voyages de long cours, feront cas du procédé de M. Riddle.

203. SUR L'OCCULTATION DE δ DES POISSONS PAR LA LUNE, etc.; par J. SOUTH, vice-président de la Société astronomique. (*Ibid.*; Tome III, partie II, p. 303.)

L'auteur rend compte d'une observation qu'il a faite à Londres,rue Blackmann, le 6 févr. 1821, d'une occultation qui a présenté ce caractère,souvent contesté en Angleterre, et depuis longtemps reconnu en France, que quelquefois l'étoile paraît encore plusieurs secondes après son passage derrière le disque lunaire. M. South a vu l'étoile δ des poissons se projetter très-distinctement sur la partie obscure de la lune, pendant 9 secondes, et ensuite disparaître subitement. Il rapporte les divers passages des divers auteurs qui citent de pareils phénomènes, afin de prouver que le fait est hors de doute, et que ce n'est pas l'effet d'une illusion. Environ vingt étoiles ont par fois présenté, à différentes reprises, la même singularité, aux yeux d'astronomes recommandables.

M. South cite les différentes explications qu'on a données de phénomène. On l'a attribué 1° à un effet de l'imagination de l'observateur; 2° à un vice de l'instrument qui présentait un faux disque lunaire; 3° à l'atmosphère de la lune; 4° à l'irradiation; 5° enfin à une différence de réfrangibilité de la lumière de la lune et de celle de l'étoile, dont la couleur est souvent différente de celle de la lune. M. South combat ces opinions. Il expose que le mérite des astronomes qui ont vu le phénomène, ne permet pas la première supposition; que la seconde est fausse, puisque des instrumens différens, tant de réflexion que de réfraction, ont montré cette singularité; qu'il est prouvé que la lune n'a point d'atmosphère; que l'irradiation est impuissante pour expliquer l'effet; qu'enfin il ne reste que la cinquième hypothèse, qui paraît mieux fondée, puisque plusieurs étoiles dont la lumière est rouge, ont souvent montré cette apparence; Aldebaran surtout l'a présentée fréquemment, et on sait que cette étoile est d'un pourpre éclatant qui tranche sur la lumière blanche de la lune. Mais M. South fait remarquer que Mars, qui est bien plus rouge que l'étoile du Taureau, n'a jamais été vu projetté sur le disque lunaire, après l'occultation. L'auteur exhorte les astronomes à bien observer les diverses éclipses d'Aldebaran qui ont lieu cette année, afin d'interpréter le phénomène. Malheureusement l'état fâcheux du ciel d'Europe ne laisse pas l'espérance qu'on puisse tirer parti de ces observations.

204. Observations faites avec un télescope de réflexion; par J. F. W. Herschell. (*Ibid.*; p. 177.)

205. Positions approchées d'étoiles doubles observées dans l'hémisphère austral, à Paramatta dans la Nouvelle-Galles méridionale; par James Dunlop. (*Ibid.*; p. 257.)

Les observations se portent maintenant sur les étoiles doubles, dont plusieurs offrent des singularités dignes d'être étudiées avec soin, et qui nous révéleront peut-être quelques nouvelles lois du mouvement des corps célestes. Quelques-uns de ces astres forment un système de corps lumineux, de soleils, en mouvement autour d'un centre commun d'attraction, et il est curieux, autant qu'utile, de calculer la loi de ces rotations. Déjà M. Struve, MM. Herschell et South, aidés de puissans télescopes, ont donné des catalogues d'étoiles doubles, et la liste de ces astres s'accroît chaque jour, et le champ des découvertes de ce genre est loin d'être épuisé, puisqu'on en connaît à peine la moitié de ceux qui existent, et que l'habitude d'observer ajoute une grande précision aux résultats.

Les catalogues dont il s'agit ici sont composés, l'un de 668 étoiles doubles, l'autre de 253. M. Herschell complète ainsi le premier mille, et donne quelques éclaircissemens sur la théorie qu'il a suivie pour fixer la grandeur des étoiles, sur quelques phénomènes que présente leur lumière, sur leurs oscillations apparentes, les franges éclatantes qu'on y remarque, certaines parties ombrées qui les obscurcissent, les couleurs qui les teignent, et sur d'autres particularités singulières et inexplicables. Le télescope dont s'est servi M. Herschell permet de voir jusqu'aux étoiles de vingtième grandeur.

206. Mesures micrométriques de Saturne, avec le grand télescope de réfraction à Dorpat; par M. Struve. (*Ibid.*; p. 298.)

MM. Schwabe, Harding et Schumacher ayant trouvé que l'anneau de Saturne n'est point concentrique avec le globe de cette planète, qui est un peu du côté de l'ouest dans son anneau, M. Struve entreprit de vérifier et de mesurer cet écart, avec un télescope qui grossissait de 5 à 6 cents fois. Ce savant astronome

a reconnu qu'en effet il y avait 0″2 de distance de plus d'un côté que de l'autre, du bord extérieur de l'anneau jusqu'au corps de la planète. Cette disposition singulière l'a conduit à mieux observer cette planète, et il a corrigé les mesures qu'il avait trouvées précédemment.

Diamètre extérieur de l'anneau extérieur.	40″,095
— intérieur de l'anneau extérieur.......	35,289
— extérieur de l'anneau intérieur.......	34,475
— intérieur de l'anneau intérieur.......	26,688
— équatorial de Saturne..............	17,991
Largeur de l'anneau extérieur..........	2,403
— de la séparation entre les anneaux....	0,408
— de l'anneau intérieur..............	3,903
Distance de l'anneau au globe...........	4,339

Les observations de Jupiter ont donné à M. Struve.

Diamètre équatorial de Jupiter..........	38,327
— polaire.........................	35,538
Ellipticité......................	$0{,}0728 = \frac{1}{13{,}71}$
Diamètre du 1er satellite............	1,015
— du 2e...........................	0,911
— du 3e...........................	1,488
— du 4e...........................	1,273

Ces dimensions sont prises pour les distances moyennes, savoir : de Saturne 9,53877, de Jupiter 5,20279. FRANCOEUR.

PHYSIQUE.

207. MÉMOIRE SUR LA RÉACTION DE TORSION DES LAMES ET DES VERGES RIGIDES; par M. Félix SAVART. Lu à l'Institut, le 3 août 1829. (*Annales de Chimie et de Physique ;* août 1829.

Il était naturel de présumer que les lois suivant lesquelles agissait la réaction de torsion dans les fils flexibles, lois trouvées par Coulomb, pourraient s'étendre aux verges cylindriques rigides, en supposant que la rigidité produise dans les verges exactement le même effet que le poids tendant pour les fils

flexibles. Aussi, dans un travail sur la résistance du fer forgé, présenté à l'Académie des sciences en 1819, M. Duleau avait déterminé par l'analyse et l'expérience les lois de la torsion des verges cylindriques, et il avait même présenté les lois de la torsion des verges carrées. Mais, ainsi que le remarque M. Savart, les expériences de M. Duleau ayant été faites dans l'unique but de fournir aux ingénieurs des renseignemens exacts sur la résistance du fer forgé, l'auteur ne s'était pas attaché à donner à son appareil de torsion toute la perfection qu'il aurait infailliblement apporté, s'il se fût agi d'expérience de précision, ensorte que le travail de M. Duleau, d'un très-grand intérêt sous le rapport technologique, pouvait être regardé comme à refaire par un physicien. M. Cauchy venait de trouver par l'analyse mathématique, que les lois de la torsion étaient les mêmes que celles des fils flexibles, non seulement pour les verges cylindriques rigides, ainsi que M. Poisson l'avait démontré précédemment, mais encore pour les verges rigides à section rectangulaire, dont les côtés seraient entr'eux dans des rapports quelconques.

M. Savart, en faisant ses expériences sur les plaques ou lames minces et les verges rigides, ayant pour section un carré ou un triangle équilatéral ou un rectangle, a donc pour but de vérifier par l'expérience, les résultats donnés par les formules de M. Cauchy; et l'expérience et l'analyse mathématique se sont si parfaitement accordées dans leurs résultats, que les lois de la torsion des verges rigides doivent être regardées maintenant comme vraies quelque soit la forme de la section.

Voici l'énoncé des lois déduites par M. Savart de ses diverses expériences.

1° Lorsque la longueur de la verge reste constante, les arcs de torsion sont proportionnels *au moment de la force*, quelque soit le contour de la section.

2° Les deux dimensions de la section d'une verge rectangulaire restant constantes, l'arc de torsion étant aussi constant, les poids sont en raison inverse de la longueur de la verge.

Et les deux dimensions transversales restant constantes, ainsi que les poids, les arcs de torsion sont directement proportionnels aux longueurs.

Cetteloi est encore vraie pour les lames larges et minces.

3° La longueur de la verge et l'arc de torsion restant constans, les poids sont en raison directe de la 4ᵉ puissance du côté de la section pour les verges carrées; par conséquent, la longueur et le poids restant constans, les arcs de torsion sont en raison inverse de la 4ᵉ puissance du coté du carré ou du carré de l'aire de la section transversale.

4° Pour les verges à section rectangulaire, les poids sont encore en raison directe du carré de l'aire de la section transversale.

Nota. Les expériences furent faites sur des verges de hêtre, parce que les axes de moindre élasticité pouvaient être tenus parallèles dans les deux verges à la face la plus large ou la moins large, et que dès-lors les verges ayant des sections rectangulaires semblables, devenaient aussi semblables par rapport à leurs axes d'élasticité.

5° Pour les verges dont la section est un triangle équilatéral, les poids sont en raison directe des 4ᵉˢ puissances des dimensions linéaires de la section.

6° Dans les verges rectangulaires les poids sont directement proportionnels au produit des cubes des dimensions transversales, divisé par la somme des carrés de ces dimensions; et par conséquent, sont en raison inverse du produit des cubes des dimensions, divisé par la somme de leurs carrés.

Nota. Les expériences furent faites sur une verge de platine, parce que cette substance ne présentant que des différences d'élasticité très-légères, la même verge pouvait, étant diminuée dans sa largeur et son épaisseur, et mise successivement en expérience, donner des résultats dépendans seulement des dimensions de la section, la longueur de la verge étant d'ailleurs constante.

7° Pour les verges dont la largeur est constante et très-grande relativement à leur épaisseur, les poids sont sensiblement proportionnels aux cubes des épaisseurs.

8° Pour les verges dont la largeur est très-grande relativement à leur épaisseur, et dont l'épaisseur est constante, les poids sont sensiblement proportionnels à la largeur.

9° Tant que les métaux sont purs, le recuit ni la trempe ne paraissent influer en rien sur leur résistance à la torsion : cette observation a été faite sur le cuivre, le platine et le fer. Mais

il n'en est plus de même pour les alliages, tels que le laiton, le métal des tamtams et l'acier. Dans ces corps, le refroidissement lent produit toujours une réaction de torsion plus grande qu'un refroidissement subit.

Nous devons sans doute rappeler ici le grand travail entrepris en 1826, par M. Lagerhjelm, sur la résistance des fers forgés et laminés, et qu'il publia à Stockholm en 1827 (1).

Les expériences de ce savant Suédois furent faites avec des appareils d'une précision plus grande que ceux de M. Duleau; celui qu'il employa pour la torsion des verges diffère de celui employé par M. Savart, et ne pouvait avoir la même précision que celui-ci, les frottemens étant plus considérables : en effet, dans l'appareil de M. Savart, les poids sont suspendus par un fil à l'extrémité d'un levier percé d'un trou dans lequel se loge l'extrémité libre de la verge en expérience, cette extrémité tournant sur une pointe conique, afin de diminuer le plus possible le frottement. Dans celui de M. Lagerhjelm, les poids sont suspendus à un fil s'enroulant sur une roue en fonte dont l'axe percé pour recevoir l'extrémité libre de la verge en expérience, repose de ce côté sur un palier, tandis que de l'autre côté, pour diminuer le frottement, il tourne sur deux rouleaux libres sur leurs axes. Mais quoique M. Lagerhjelm ait apporté à ses expériences de ploiement, de torsion, d'oscillation et d'extension directe des verges de fer forgées et laminées avec grand soin, et quoique les appareils fussent combinés de manière à pouvoir le conduire à une assez grande précision, cependant ses expériences, qui sont d'un très-grand intérêt pour les technologues, ne peuvent satisfaire les physiciens; car, à l'exemple de MM. Duleau et Tredgold, il a employé une limite d'erreur trop grande; tandis que dans les expériences de M. Savart, la plus grande erreur ne peut pas être d'un gramme.

Nous devons ajouter, que dans l'ouvrage publié par M. Lagerhjelm, en 1827, on trouve des recherches analytiques sur les lois de la torsion des verges cylindriques et carrées, et que ce savant fut conduit par ses calculs à ce résultat : *que les lois de la torsion des verges carrées sont les mêmes que celles des verges cylindriques.*

(1) Nous avons déjà fait connaître dans la 5[e] section du *Bulletin* les principaux résultats technologiques auxquels M. Lagerhjelm a été conduit par ses expériences.

Je vais extraire de son ouvrage les formules auxquelles son analyse l'a conduit, pour l'expression du module ou coëfficient d'élasticité des verges cylindriques et carrées.

Désignant par a le nombre des skippunds nécessaires pour étendre une verge d'une ligne décimale de longueur, de la quantité c; supposant que l'extension est proportionnelle au poids; $\frac{a}{c}$ est le module ou coëfficient d'élasticité (1).

Pour la flexion. Lorsque l'on plie une barre horizontale par nn poids suspendu en son milieu, les deux extrémités reposant sur des points d'appui, l'on a :

pour les barres rondes $\frac{a}{c} = \frac{4\,P.\,l^3}{3\,\pi f.\,R^4}$

pour les barres carrées $\frac{a}{c} = \frac{4\,P.\,l^3}{f.\,s^4}$

R est le rayon de la section transversale de la verge.
S le côté de la section transversale de la verge.
L la moitié de la longueur de la verge.
P la moitié du poids.

Pour la torsion.

Verges rondes $\frac{a}{c} = \left(\sqrt[3]{F} + B\right)720.\,\frac{l\,S\,P}{\pi^2.\,G\,R^4}$

Verges carrées $\frac{a}{c} = \frac{12\left(\sqrt[3]{F} + B\right)180\;S.}{\pi}.\frac{lP}{G\,S^4}$

P est le poids. L la longueur de la verge. R le rayon de section transversale. F le côté du carré-section transversalē. G le nombre de degrés de l'arc de torsion. S la longueur du levier à l'extrémité duquel la force ou poids P est appliquée.

T. O.

208. Démonstration d'un théorème d'électricité dynamique; par M. Liouville. (*Ibid.*; août 1829.)

En appliquant le calcul aux phénomènes électro-dynamiques, MM. Ampère et Savary se sont appuyés sur ce principe, que l'*action mutuelle de deux élémens voltaïques est toujours dirigée suivant la droite qui joint leurs milieux.*

(1) Dans ses expériences, M. Lagerbjelm a pris pour unité de poids le skippund qui vaut 400 livres suédoises; le kilogramme = 2 liv. suéd., 352,884; et pour unité de longueur, la ligne décimale.

La démonstration que M. Liouville donne de ce principe, qui n'était qu'hypothétique, est extraite d'un Mémoire assez étendu sur la théorie des phénomènes électro-dynamiques, qu'il a présenté à l'Académie des sciences en juin 1828. Elle est fondée sur ce que toutes les faces du fil conducteur, qui joint les extrémités d'une pile de Volta, sont parfaitement semblables. M. Liouville démontre d'abord le principe pour le cas où deux élémens de courans vont à la rencontre l'un de l'autre, étant dirigés suivant la même droite. Il y ramène le cas général, en observant qu'un élément d'un courant n'exerce aucune action sur un autre élément d'un courant dirigé dans un plan perpendiculaire au milieu du premier élément. C. S.

209. Sur les lois de la déviation des aiguilles magnétiques par l'action du fer; par S. H. Christie. (*Philosoph. Transact.* pour 1828, p. 325.)

Lorsque l'action d'une masse de fer fait dévier de sa position naturelle une aiguille aimantée, contrainte à se mouvoir dans un plan, et que d'ailleurs les dimensions de l'aiguille sont assez petites comparativement à la distance de la masse perturbatrice, on peut, suivant l'auteur, rapporter ces déviations à une loi fort simple. Pour cela, il faut imaginer une aiguille suspendue librement par son centre de gravité, et dirigée d'abord en conséquence dans le méridien magnétique, concevoir que le centre de cette aiguille fictive coïncide avec celui de l'aiguille assujettie à rester dans un plan, et enfin admettre que l'action de la masse perturbatrice sur l'aiguille fictive ne s'étend pas à une distance sensible de ses deux pôles. Ayant déterminé d'après cette condition, la position que prend l'aiguille fictive par l'influence de la masse perturbatrice, celle de la véritable aiguille sera donnée en projettant orthogonalement l'aiguille fictive sur le plan dans lequel l'autre est assujettie à se mouvoir. Cette loi, que l'auteur cherche depuis longtemps à établir par une série d'expériences, avait été contredite dans un mémoire qui fait partie du volume des *Transactions philosophiques* pour 1827, p. 281. En conséquence, M. Christie reprend de nouveau cette question, il explique les anomalies opposées par son adversaire, donne les formules algébriques qui se rapportent à son hypothèse, et en établit la comparaison avec plusieurs séries ou tableaux d'observations.

201. Rapport relatif a la chute de la foudre sur un magasin a poudre de Bayonne, armé d'un paratonnerre, par la Section de Physique de l'Académie des sciences. (*Annal. de Physiq. et Chim.*; avril 1829, p. 286.)

Après avoir apprécié avec sagacité les défauts de construction du paratonnerre, et les détails de l'accident qui peuvent servir à en trouver l'explication, la Commission, par l'organe de son rapporteur, résume ainsi son opinion: 1° la foudre n'a causé des dégâts sur le magasin à poudre de Bayonne, que parce que le paratonnerre dont il était armé était très-mal construit, et qu'on n'avait pas établi une communication suffisante entre le sol et le conducteur; 2° on peut rendre au paratonnerre toute son efficacité en faisant pénétrer le conducteur dans l'eau ou la terre humide, en employant pour l'envelopper de la braise de boulanger, au lieu de charbon imparfaitement carbonisé, et en dirigeant les eaux pluviales sur les parties souterraines du conducteur; 3° pour les magasins à poudre, il est prudent d'établir les paratonnerres sur mâts et à côté; 4° dans le cas de magasins voûtés haut et bas comme celui de Bayonne, et desquels on exclurait toute masse métallique un peu considérable, on peut se dispenser de les armer de paratonnerres. Mais dans le cas de magasins non voûtés, comme ceux qui servent passagèrement d'entrepôts, la prudence commande de les armer de paratonnerres sur mâts. V. Dessaignes.

211. Sur l'écoulement et la pression du sable, dans une lettre au professeur Prevost, par M. Huber Burnand. (*Bibliothèque universelle*; janvier 1829, p. 24.)

212. Réponse de M. Prevost a M. Huber Burnand. (*Ibid.*; p. 37.)

On peut tirer de ces recherches les conclusions suivantes : Dans un temps donné, la quantité de sable qui s'écoule est constante, quelle que soit la hauteur de la colonne et la pression qu'on lui fait subir. Le sable écoulé par une fente large de deux à trois millimètres est en raison directe de la longueur de la fente. Une plus grande largeur entraîne dans l'écoulement un accroissement qui dépasse la proportion simple des surfaces de l'orifice. Quelques grains de sable isolés sur un plan incliné, ne

s'écoulent que lorsque l'inclinaison a atteint 30 degrés. Le sable en tas se présente après l'éboulement d'une partie de sa masse, sous un angle qui varie de 30 à 33 degrés. Si l'on verse du sable dans la branche d'un syphon qui contient du mercure, celui-ci ne change pas de niveau dans la branche opposée. Il faut en conclure que le poids du sable est presqu'en entier supporté par les parois du tube. L'auteur a vérifié cette conclusion par des expériences directes : il a encore vu le même phénomène se produire dans des tubes coniques dont l'évasement est tourné en bas, pourvu que l'inclinaison de ses parois ne dépasse pas 30 degrés.

Dans sa réponse à la lettre de M. H. B., M. Prevost ramène ces phénomènes à la considération théorique de la pression de petites sphères. DESSAIGNES.

213. QUESTIONS SUR LA DÉCOUVERTE DES TÉLESCOPES ACHROMATIQUES PAR M. HALL. (*Philosoph. Magaz. and Annals of philos.*; septembre 1829, p. 233.)

L'Annuaire du Bureau des longitudes établit que le premier télescope achromatique a été construit par Hall en 1750, et la publication de la découverte par Dollond est portée à 8 années plus tard, ou en 1758. Comme peu d'auteurs anglais qui ont écrit sur l'optique, ont même mentionné le nom de Hall, un correspondant du *Philosophical Magazine* cite à l'appui de cette opinion une note très-courte de ce journal, de novembre 1798, d'après laquelle l'inventeur des télescopes achromatiques serait Chester More Hall esq., de More Hall en Essex. Il paraît qu'il commença ses essais en 1729, et qu'après un certain nombre d'expériences, il eut le bonheur de trouver deux espèces de verres qui avaient, sous forme de lentilles, la propriété de disperser les rayons de lumière dans une direction contraire, de manière à produire des images incolores.

Vers 1730, il construisit plusieurs objectifs achromatiques, de 2 pouces et demi d'ouverture, quoique la lo gueur focale n'excédât pas 20 pouces, dont l'un est dans la possession du Rév. M. Smith; cette lentille a été examinée par plusieurs savans qui lui ont trouvé les propriétés achromatiques des lentilles actuelles.

La note du *Philosophical Magazine* était prise dans le

Gentleman's Magazine d'octobre 1790; mais elle acquit un nouvel intérêt par l'opinion de M. Tilloch, confirmée par le célèbre opticien Ramsden. L'auteur de la lettre demande s'il existe maintenant quelque télescope de M. Hall.

Si l'on peut avoir quelques renseignemens sur la manière de faire les lentilles.

S'il existe quelques papiers de M. Hall relatifs à cette découverte.

Si l'on trouve quelques renseignemens sur cette découverte dans les archives de Westminster Hall.

Si l'on sait quelque chose sur les travaux de M. Hall. L'auteur de la lettre fait remarquer que Florence conserve religieusement le télescope de Galilée; que le télescope de Newton est gardé précieusement dans le musée britannique, et qu'il serait bien à désirer que le premier télescope achromatique, qui n'a pas demandé moins de génie et de recherches, fût conservé.

G. de C.

MÉTÉOROLOGIE.

214. Observations sur la marche des orages *dans le Département du Loiret;* par le comte de Tristan. br. in-8°. Orléans, 1828; Danicourt Huet. (Extr. des *Ann. de la Soc. d'Orléans.*)

L'auteur a cherché à reconnaître la direction des orages qui ont dévasté le département du Loiret depuis 16 ans, par les réclamations d'indemnités, formées par les communes frappées de la grêle. En réunissant ces observations à celles qui lui sont propres, il a pu en déduire les conséquences générales suivantes sur la marche et l'intensité des orages dans les pays de plaines et coupés de vallées peu profondes.

Les orages sont attirés par les forêts. Quand un orage arrive à une forêt, si c'est très-obliquement, il glisse le long d'elle; si c'est directement, ou elle est étroite, alors il la tourne; ou elle est large, alors il peut être totalement arrêté. Toutes les fois qu'une forêt se trouvant un peu sur la route d'un orage, tend à le détourner, la vitesse de cet orage semble retardée et son

intensité est augmentée. Un nuage orageux qui est arrêté par une forêt, ou s'épuise le long d'elle; ou si, à la longue, il passe par dessus, il est fort affaibli. Lorsqu'une grande rivière ou une vallée est à peu près parallèle à la marche d'un orage, celui-ci en suit la direction; mais l'approche d'une forêt ou le détour un peu brusque de la rivière ou de la vallée, la lui font abandonner. Une nuée orageuse en attire une autre qui se trouve à peu de distance et la dévie de sa route. Il y a lieu de croire que l'action est réciproque. Une nuée attirée par une plus forte, hâte son mouvement à mesure qu'elle approche de l'orage principal. Quand il y a une nuée affluente, qui, de son côté, faisait des ravages, elle les suspend quelquefois en approchant de l'orage principal, ce qui est peut être une suite de l'accélération de sa marche; mais après la réunion le mal s'accroît ordinairement.

Vingt-un orages, dont la marche a été bien reconnue, se sont montrés sous des rhombes de vent compris dans un arc un peu moindre que la demi-circonférence, et s'étendant du nord-ouest-quart-ouest, au sud-ouest-quart-est. Aucun orage destructeur n'est venu des autres points de l'horizon. La direction la plus fréquente est le sud-ouest. Enfin la position et la forme des forêts d'Orléans, de Blois, etc., rendent bien raison de la fréquence de la grêle orageuse sur certaines communes, et de leur rareté sur d'autres. DESSAIGNES.

215. PHÉNOMÈNE OBSERVÉ LORS DE LA DERNIÈRE ÉRUPTION DU VÉSUVE. (*L'Universel;* 15 mai 1829.)

Le 25 mars 1828, le Vésuve avait vomi d'énormes masses de fumée noire chargée de cendres et de sable, M. Morgan et quelques autres personnes se mirent en route pour visiter le cratère: ils furent très-fatigués de la violence du vent, qui était tellement fort quand ils furent arrivés au bord du cratère, qu'ils ne pouvaient que se traîner sur les pieds et les mains pour ne pas être précipités dans le gouffre. Le froid était piquant, la grêle tombait avec force, le vent était d'une grande violence et soulevait des nuages de cendres et de sable. Le cratère était presqu'à moitié comblé par les scories que la lave liquide qui remplissait le fond du gouffre avait rejetées sur les bords. Le gouffre avait la forme d'un entonnoir, dont le point

central était le siège des explosions qui produisaient le bruit de la vapeur fortement comprimée, et lançaient à une hauteur immense les scories brûlantes. Dans ces momens l'aspect du cratère était celui d'une énorme fournaise ou plutôt d'une vallée de feu. Dans les intervalles des explosions, la surface des scories était presque noire, excepté le point central qui était rouge blanc. Pendant que les voyageurs étaient assis sur le bord du cratère, la croûte de scories se rompit sur un autre point beaucoup plus rapproché d'eux, avec un fracas horrible qui fit trembler toute la montagne; une immense colonne de cendres, de sables et de scories enflammées s'élança dans l'air; ces matières retombaient de toutes parts, et sans la violence du vent qui les poussait loin d'eux, les voyageurs en eussent probablement péri.

M. Morgan étant assis derrière tous les autres, il aperçut une espèce de phosphorescence ou de lueur jaune pâle, sur les parties les plus élevées et les plus exposées au vent, des habits, des chapeaux, des manteaux, etc., de ses compagnons. Un voile de crêpe vert qu'il portait pour se garantir des tourbillons de cendre et de fumée, lui paraissait bordé d'une frange d'étincelles quand il était agité par le vent; la lumière cessait quand il le ramenait sur la figure, et reparaissait quand il le laissait flotter. Ses gants lui offrirent le même phénomène; on voyait au bout de chaque doigt un point lumineux semblable à celui d'un ver luisant, et qui semblait se communiquer par contact de l'un à l'autre. Ayant quitté la place le phénomène cessa, quoique le vent continuât à souffler avec autant de violence.

OBSERVATION SUR LA FONTAINE PÉRIODIQUE APPELÉE LA FONTAINE RONDE DANS LE JURA; PAR M. DUTROCHET. (*Annal. de chim. et phys.*; décemb. 1828, p. 434.)

On a depuis long-temps expliqué l'intermittence des fontaines en supposant dans l'intérieur de la terre des réservoirs d'eau munis de syphons naturels; mais la fontaine Ronde a présenté à M. D. un phénomène inconciliable avec cette hypothèse. L'eau de cette source sort entre les pierres d'une plage caillouteuse inclinée, qui a 15 pas de longueur. En bas, elle s'écoule d'un cours continu, mais en haut elle laisse à sec pendant 3 minutes les cailloux de la plage, puis les inonde en sortant

pendant 3 autres minutes; la période de la fontaine est donc de six minutes et se divise en deux temps: temps d'intumescence et temps d'abaissement. Dans l'hypothèse de l'existence d'un syphon, un accroissement de l'eau affluente dans le réservoir doit constamment augmenter la durée des écoulemens par le syphon, en diminuant celle des intermittences. Jamais il ne peut arriver que le temps de l'intumescence et le temps de l'abaissement éprouvent simultanément une diminution. Or, un jour M. D. a observé que l'intumescence durait seulement deux minutes et que l'abaissement avait la même durée. La périodicité de la fontaine Ronde lui paraît devoir être attribuée à un dégagement d'acide carbonique; dégagement manifeste pendant l'écoulement et qui cesse pendant l'intermittence. Il reste maintenant à expliquer pourquoi ce gaz se dégage périodiquement.

DESSAIGNES.

216. TREMBLEMENT DE TERRE.

Le ministre de l'intérieur a adressé à l'Académie royale des sciences, une lettre du préfet du Haut-Rhin, contenant quelques détails sur un tremblement de terre qui s'est fait ressentir dans son département le 7 août, vers 3 heures du matin. À Colmar, on a ressenti, dans la direction du Nord au Sud, 2 légères secousses qui se sont succédé à une seconde d'intervalle. à la Boutrage et à Belfort, la secousse a été plus forte, et elle était accompagnée d'un bruit sourd semblable à celui du tonnerre lorsqu'il se fait entendre dans le lointain. C'est dans les maisons situées sur la montagne que le tremblement de terre a produit les effets les plus grands. Des meubles y ont été ébranlés, et des personnes couchées dans leur lit y ont été fortement secouées. Le préfet annonce de plus, que d'après les renseignemens qui lui ont été transmis, le tremblement de terre aurait été également ressenti à Saint-Dié et à Strasbourg. (*Le Globe*; 9 septembre 1829.)

217. NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LES DÉGAGEMENS DU GAZ ACIDE CARBONIQUE EN AUVERGNE; par M. J FOURNET. (*Annales* ...qu *scientifiques, littér. et industr. de l'Auvergne*; T. II, p. 241; bords.n 1829.)

...rnet a fait dans les mines de Pontgibaud dont il est

:ju...

M. Fou...

directeur, et dans les environs, des observations sur le dégagement du gaz carbonique qui remplit les crevasses, les druses et pour ainsi dire les pores du filon; il s'en dégage en sifflant fortement et souvent avec un ronflement et un bruit terrible. La masse du terrain et de la montagne en est tellement saturée que les entailles des galeries supérieures le laissent échapper en abondance, quoique la communication avec la profondeur leur ait été interceptée par la galerie d'écoulement. Le dégagement dans les parties hautes du filon est de peu de durée, tandis qu'un bouillonnement continuel et très-violent se manifeste dans les eaux qui s'écoulent sur le sol de la galerie inférieure.

Quelquefois le dégagement du gaz est intermittent à des périodes très-rapprochées; ainsi, dans la première galerie supérieure, à environ une toise au-delà de l'embranchement du filon, on a trouvé une fente qui bruissait fortement pendant $\frac{1}{4}$ d'heure, cessait de se faire entendre pendant le même temps, et recommençait de la même manière. Après quelques jours le phénomène disparut.

Quand l'intermittence avait lieu, il suffisait de sonder la fente avec une baguette pour faire recommencer le ronflement. Au sol de la galerie on trouve une pareille source dont les intermittences sont plus rapprochées. Une chose remarquable, c'est que le gaz est plus abondant dans les galeries pendant le vent d'ouest et les temps orageux, et alors la quantité devient quelquefois telle, qu'il devient impossible de rester dans les travaux inférieurs, tandisqu'habituellement le gaz ne s'élève qu'à quelques pouces de terre. La température s'accroit assez fortement dans les parties remplies de gaz, ce qui assimile ce phénomène à celui des eaux thermales.

M. Fournet fait remarquer que le phénomène que l'on observe à Pontgibaud avait été regardé comme unique dans les Annales des Mines, et que cependant on a déjà rencontré les accidens analogues : par ex., Alonzo Barba, métallurgiste espagnol, citait en 1630 un dégagement de gaz qui avait « une odeur semblable à celle qu'on respire dans un cellier rempli de vin nouveau qui fermente. »

Le gaz carbonique se retrouve dans beaucoup d'endroits des environs de Pontgibaud. Quand il est dissous dans l'eau, il agit comme dissolvant sur certaines substances minérales, et parti-

culièrement les carbonates de chaux, de fer, et de manganèse.

M. Fournet avait cru d'abord qu'il provenait des agens volcaniques qui ont bouleversé l'Auvergne, d'autant plus que d'autres terrains de même formation offraient les mêmes sources; mais il fait observer que, dans quelques contrées, comme la Corse, l'Auvergne, les Vosges, on trouve aussi des sources gazeuzes dans des terrains calcaires. G. de C.

CHIMIE.

218. Observations sur l'Iodure et le Chlorure d'azote, et action que l'hydrogène sulfuré exerce sur les deux chlorures de phosphore; par M. Serullas. (*Universel*; 20 août 1829, p. 176.)

M. Serullas a obtenu le résultat suivant :

1° L'*Iodure d'azote* décompose l'eau en donnant de l'iodate d'ammoniaque.

2° Il y a formation d'ammoniaque dans la plupart des cas de décomposition de l'iodure d'azote, ce qui avait d'abord fait croire que cet alcali faisait partie de l'iodure fulminant.

3° Le *Chlorure d'azote* soumis à l'action de différentes substances, comme l'hydrogène sulfuré, le phosphore mêlé à du carbure de soufre, le soufre, le deutoxide d'arsenic, a fourni également de l'ammoniaque dans sa décomposition, qui s'opère, dans tous les cas, sans détonnation.

3° *L'argent fulminant* de Berthollet, regardé comme un *ammoniure* ou un *azoture*, présente les mêmes résultats; il donne de l'ammoniaque dont la reproduction n'est pas douteuse, vu que, dans certaines circonstances, il y a dégagement d'azote sans réaction susceptible de décomposer l'ammoniaque; c'est d'après M. Serullas un *azoture d'argent*.

5° En introduisant dans un flacon plein d'*hydrogène sulfuré sec* du *perchlorure de phosphore*, il se dégage, avec un mouvement d'ébullition, du gaz hydrochlorique, et il se forme en peu de temps un liquide transparent, incolore, que M. S. re-

garde comme formé de *phosphore*, de *chlore* et de *soufre* en proportions définies.

219. Du pyrophosphate de soude, sel d'une nouvelle espèce formé par l'action de la chaleur sur le phosphate de soude ; par Th. Clark. (*Annal. de Chim. et Physiq.*; juillet 1829, pag. 276.)

Ayant remarqué que le phosphate de soude qui précipite ordinairement en jaune le nitrate d'argent, précipitait en blanc un autre phosphate, M. Clark pensa que la couleur du précipité pouvait tenir à quelques impuretés ; mais ayant purifié avec le plus grand soin du phosphate, il précipita aussi en jaune. Comme le phosphate qui avait précipité le nitrate d'argent en blanc avait été chauffé au rouge, tandis que celui qui précipitait en jaune avait été seulement cristallisé, M. Clark fut conduit à penser que cet effet était dû à l'action de la chaleur, il partagea en deux un cristal de phosphate purifié, une partie fut dissoute, l'autre séchée, chauffée au rouge, puis dissoute ; la première liqueur précipita en jaune, l'autre en blanc.

Versé dans du nitrate d'argent dans une dissolution de phosphate de soude non séché, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, le liquide a une réaction acide ; avec le phosphate qui précipite en blanc, la liqueur est neutre. Le phosphate d'argent contenait $\frac{1}{7}$ d'oxide d'après Thomson, et moitié d'après Berzelius, de plus que celui de soude. La liqueur doit rester acide après la précipitation, alors le précipité blanc devrait contenir moins d'argent ou provenir d'un phosphate contenant moins de soude ; pour s'en assurer, M. Clark fit rougir une livre de phosphate de soude, le fit ensuite dissoudre et cristalliser, et obtint des cristaux d'une forme différente de celle du phosphate de soude ordinaire ; redissous, ces cristaux précipitèrent en blanc le nitrate d'argent. Ce sel est moins soluble que le phosphate ordinaire, ne contient que les $\frac{2}{3}$ d'eau de cristallisation, des cristaux ordinaires de phosphate, ne s'effleurit pas à l'air, offre une réaction alcaline, et ne produit pas de froid dans la bouche ; les eaux-mères donnèrent des cristaux semblables, les derniers groupes seulement contenaient quelques autres sels de soude, comme si le sel n'eût pas été cristallisé.

Séché sur un bain de sable à la température de la fusion du plomb ou la volatilisation du mercure, le phosphate précipitait encore en jaune. Pour déterminer la perte qui s'effectuait par la chaleur, une partie de phosphate de soude, séchée au bain de sable, fut exposée à la chaleur rouge.

	1.	2.	3.	moyenne.
Au bain de sable....	0, 6168	0, 6170	0, 6164	0, 6167.
Par la chaleur rouge	0, 0250	0, 0247	0, 0247	0, 0248.
Phosphate sec obtenu	0, 3582	0, 3587	0, 3589	0, 3585.

23, 45 grains de sel séché au bain de sable et qui précipitait en jaune le nitrate d'argent, furent chauffés dans une cornue de verre jusqu'au point de fondre le verre, il ne s'était dégagé que 0, 1 de pouce de gaz, probablement d'air, et de gouttelettes d'eau qui avait une odeur de brûlé, mais nulle action sur les couleurs; le sel précipitait en blanc; et à une chaleur rouge dans un creuset de platine, il ne perdit pas de son poids. L'eau dégagée dans l'expérience pesait 1, 46. Des cristaux de pyrophosphate de soude ont été échauffés comme ceux de phosphate ordinaire; on a trouvé que le pyrophosphate retient 0, 0242 de moins en eau que le phosphate ordinaire.

Dans le pyrophosphate il y a probablement 10 atômes d'eau. Les cristaux de phosphate ordinaire contiennent de l'eau interposée, qu'il est difficile de bien apprécier; une partie de cristaux fut écrasée avec un marteau en bois dans un mouchoir de soie, deux autres parties pulverisées et séchées sur du papier à filtrer, on obtint:

	Cristaux entiers	Pulverisés dans le mouchoir	pulverisés dans du papier
Pyrophosphate.........	16, 741	16, 741	16, 741.
Eau chassée par la chaleur rouge..............	1, 158	1, 188	1, 112.
Id. par le bain de sable...	28, 786	27, 305	26, 803.

L'oxigène de l'eau est comme 1, 03, 1, 05, 0, 99, moyenne 1, 024; et comme il y a de l'eau interposée dans l'un des sels, et que les autres sont un peu effleuris, le phosphate de soude cristallisé doit contenir pour 1 atôme 25 atômes d'eau, dont 24 sont chassés à la chaleur du bain de sable et 1 à la chaleur rouge.

MM. Berzelius et Mitscherlich ayant prouvé que les arsénia-

tes sont composés comme les phosphates, M. Clark a recherché si l'arséniate de soude se conduirait comme le phosphate : ce sel perd une portion de son eau à la chaleur du bain de sable, et l'autre à la chaleur rouge, mais il donne toujours des précipités semblables. G. DE C.

220. SUR L'ACIDE PHOSPHORIQUE ; par M. GAY-LUSSAC. (*Ibid.*; p. 331.)

M. Engelhart ayant observé que l'acide phosphorique récemment formé et dissous précipitait l'albumine, tandis qu'il ne possédait pas avant cette propriété qu'il perd après quelque temps de dissolution, et M. Clark ayant trouvé que le phosphate de soude fondu prend des propriétés nouvelles (Voy. précédemment), M. Gay-Lussac trouvant de l'analogie entre ces propriétés, a fait les expériences suivantes :

De l'acide phosphorique qui était gardé depuis long-temps dans son laboratoire fut saturé par le carbonate de soude, le sel obtenu précipitait en jaune le nitrate d'argent.

Une autre portion du même acide, calcinée et saturée par la soude, a donné un sel qui précipitait en blanc le nitrate d'argent.

Du phosphate de soude calciné a été décomposé par l'acétate de plomb, et le phosphate de plomb par l'hydrogène sulfuré, l'acide phosphorique saturé par la soude a précipité en blanc le nitrate d'argent.

Les phosphates de potasse et d'ammoniaque faits avec le même acide, ont précipité aussi en blanc le nitrate d'argent ; et le phosphate de potasse calciné acquiert la même propriété.

Le changement que l'acide phosphorique éprouve par la chaleur est beaucoup plus permanent quand il est combiné à une base que quand il reste en dissolution dans l'eau. G. DE C.

221. DE LA DÉCOMPOSITION DE PLUSIEURS CHLORURES MÉTALLIQUES PAR LE GAZ OLÉFIANT ; par M. WÖHLER. (*Ibid.*; janvier 1829, p. 97.)

Le gaz oléfiant sec est absorbé par le perchlorure d'antimoine. Il le décompose. Il se précipite du protochlorure, et la liqueur surnageante fournit par la distillation un liquide qui se sépare en deux couches, dont l'inférieure est du chlorure d'hy-

drogène carboné, et la supérieure une solution de protochlorure d'antimoine dans le chlorure d'hydrogène carboné. Le perchlorure rouge volatil de chrôme se comporte d'une manière tout-à-fait semblable. La masse devient pâteuse, puis solide et pulvérulente, et il s'en dégage une telle chaleur, qu'il arrive ordinairement qu'à l'accès de l'air, elle devient rouge et se change en protoxide vert de chrôme. Si l'inflammation n'a pas lieu, on obtient un deutochlorure brun verdâtre, proportionnel à l'oxide brun de chrôme et du chlorure d'hydrogène carboné. Avec l'alcool absolu, le perchlorure de chrôme se décompose si violemment qu'il y a inflammation. On obtient du protochlorure de chrôme et du chlorure d'hydrogène bicarboné. Le perchlorure de cuivre est aussi décomposé lorsqu'on le fond dans un courant de gaz oléfiant. Rien de semblable n'a lieu avec le perchlorure d'étain, le chlorure de soufre et le periodure rouge de mercure. DESSAIGNES.

222. SUR QUELQUES COMBINAISONS DU PROTOCHLORURE DE PLATINE; par M. MAGNUS. (*Ibid.*; p. 110.)

Le protochlorure de platine se dissout en grande quantité dans l'acide hydrochlorique. Si, à cette dissolution, on ajoute du chlorure de potassium, on obtient un sel rouge, qui, analysé par l'hydrogène, a donné,

Platine	46, 74.
Chlore	17, 47.
Chlorure de potassium	35, 79.

ou un atôme de chlorure de platine et un atôme de chlorure de potassium. On obtient de la même manière le sel double de soude et d'ammoniaque. Mais si, à la même dissolution, on ajoute de l'ammoniaque en excès, il se précipite un sel cristallin composé d'un atôme de protochlorure de platine et d'un atôme d'ammoniaque. DESSAIGNES.

223. DE L'ACTION DE L'ACIDE HYDROSULFURIQUE SUR LES DISSOLUTIONS DU MERCURE; par M. H. ROSE. (*Ibid.*; p. 46.)

M. Guibourt avait déjà fait connaître la véritable nature du précipité blanc qu'on obtient par l'action de l'acide hydrosulfurique sur la dissolution de perchlorure de mercure. M. Rose obtient ce précipité en faisant bouillir du sulfure noir de mercure humide avec un excès de perchlorure de mercure. L'ana-

lyse a démontré qu'il était composé de deux atômes de sulfure et d'un atôme de chlorure de mercure. Si on le chauffe dans un tube de verre, le chlorure se sublime d'abord, le sulfure ensuite. On obtient de la même manière, avec le perbromure et le periodure de mercure, des précipités analogues dans leur composition. Le perfluorure de mercure se comporte de la même manière avec l'acide hydrosulfurique. Le composé qu'on obtieut renferme deux atômes de sulfure de mercure et un atôme de perfluorure. Il se distingue des composés analogues, en ce qu'il est décomposé par l'eau bouillante en sulfure noir qui se précipite, et perfluorure qui se dissout. L'acide hydrosulfurique forme des précipités blancs dans les dissolutions d'oxisels de mercure. Le composé qu'il forme avec le nitrate de peroxide, contient deux atômes de sulfures et un atôme de nitrate anhydre de peroxide. Le cyanure de mercure donne un précipité noir avec l'acide hydrosulfurique. On ne peut combiner l'oxide de mercure avec le sulfure de mercure, ni celui-ci avec les oxides ou les chlorures des autres métaux. DESSAIGNES.

224. SUR LA MANIÈRE DONT LES MÉTAUX SE COMPORTENT A L'ÉGARD DE L'EAU et de tous les liquides aqueux en général; par M. FISCHER. (Mém. lu le 19 nov. 1828 à la Société de Silésie pour la culture patriotique). (*Archiv f. d. gesammte Naturlehre;* Tom. XVII, cah. 3, p. 379.)

Les expériences ont été faites avec les métaux, soit isolés, soit mis en contact avec un métal électro-négatif.

1) Sous l'eau distillée, au contact de l'air;

2) Sous l'eau tout-à-fait privée d'air par une longue ébullition, et dans des vases clos.

3) Sous des dissolutions saturées de différens sels, comme le sel commun, le sel ammoniaque, le sulfate de soude, le phosphate de soude, le nitrate de potasse et l'hydrochlorate de chaux; tantôt au contact et d'autres fois sans accès de l'air.

4) Sous différens acides, tels que les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique, phosphoriqne, acétique et arsénique.

Les métaux employés étaient le manganèse, le zinc, le cadmium, le fer, le plomb, l'étain, le bismuth, l'antimoine, le cuivre, l'arsenic, le cobalt et le nickel. Pour le métal électro-

négatif on avait choisi le platine, dont on prenait une lame mince pour y envelopper le métal soumis à l'expérience.

De tous les métaux nommés, le plomb est le plus vite oxidé dans l'eau distillée, au contact de l'air. Déjà au bout d'une demi-heure on aperçoit très-distinctement l'oxide blanc hydraté, qui augmente toujours, et qui paraît à la surface métallique sous forme de fibres brillantes. Le contact du platine, s'il n'accélère pas l'oxidation, la rend du moins plus forte. Une expérience comparative a fait trouver que dans l'espace de 15 jours le plomb seul perdait $2\frac{1}{2}$ p. 100 de son poids, tandis qu'avec le platine il perdait 4 p. 100, c.-à-d. que cette quantité était employée pour former de l'oxide. Dans les dissolutions salines, il n'y a point d'oxidation, ou du moins le plomb ne s'oxide que d'une manière extrêmement peu marquée, et cela s'applique même à l'eau de puits, comme G. Morveau l'avait déjà remarqué dans son mémoire sur la tenacité des métaux.

Ceci n'est que le commencement du travail de M. Fischer; nous rendrons compte de la suite, dès qu'elle aura paru.

225. Sur la combinaison du mercure avec le sodium; par M. Lampadius, à Freiberg. (*Ibid.*; Tom. XVI, cah. 1, p. 102.)

En mêlant 180 parties de mercure avec 6 parties de sodium, on observe qu'au bout d'une minute à peu près les deux métaux se combinent subitement, et avec un certain bruit. Le composé qui en résulte (et qu'on ne peut plus désigner sous le nom d'alliage, parce qu'il est à proportion déterminée) est solide, assez résistant à l'action de la lime, d'une cassure lamelleuse et cristalline, à peu près comme le zinc; sa couleur se rapproche de celle de l'étain. Sous le marteau il se réduit en poudre; cette poudre jetée dans l'eau, donne lieu à un léger dégagement d'hydrogène; dans l'acide nitrique très-étendu, elle produit un dégagement de gaz plus rapide, toutefois sans phénomène d'ignition.

Au moment de la combinaison du mercure (qui joue le rôle de corps électro-négatif) avec le sodium (qui est électro-positif), la température du mélange s'élève au-dessus du degré de l'ébullition, et une certaine quantité de mercure (16 p. d'après l'expérience) s'évapore probablement, car elle est en moins après que la combinaison a eu lieu.

Ce nouveau composé peut être représenté par $Na + 6\ Hg$, ce qui équivaut à

Sodium .... 3, 69.
Mercure .... 96, 31.

100, 00.

Lorsqu'on augmente la proportion du mercure, on obtient le même composé mêlé avec du métal libre. K.

226. De l'action de l'acide sulfurique sur l'argent; par M. Vogel, à Munich. (*Ibid.*; p. 108.)

Il résulte de cet article que l'acide sulfurique concentré, mais surtout l'acide anhydre, peut dissoudre l'argent métallique, sans qu'il soit nécssaire d'en élever la température.

227. Sur la composition des hydrogènes phosphorés; par M. Buff. (*Annal. de Chimie et Phys.*; juin 1829, p. 220.)

M. Buff a répété les expériences de M. Dumas, dans l'espérance de trouver la raison des résultats discordans obtenus par ce chimiste et par M. Rose.

1. L'hydrogène protophosphoré, préparé avec l'acide phosphoreux, se dissolvait dans le sulfate de cuivre sans laisser de résidu. Sa décomposition par l'antimoine, le zinc, le potassium, le chlorure de mercure, prouve qu'il renferme une fois et demie son volume d'hydrogène. Les résidus de sa combustion dans un grand excès d'hydrogène n'ont pas décoloré le manganésiate rouge de potasse. 100 volumes de ce gaz exigent 200 volumes d'oxigène. Ces résultats s'accordent avec ceux de M. Dumas.

2. L'hydrogène perphosphoré a été obtenu de la décomposition du phosphure de chaux par l'eau. Il se dissout dans le sulfate de cuivre, mais en laissant un résidu de 13,5 à 14,5. Il se décompose très-facilement, souvent même à l'instant qu'il a pris naissance, ensorte qu'on n'est jamais sûr de l'avoir pur. Il renferme, comme le précédent, une fois et demie son volume d'hydrogène. Par sa combustion dans l'oxigène en excès, il se produit de l'acide phosphorique. Mais, dans six expériences, 100 volumes ont absorbé depuis 104 jusqu'à 170 volumes d'oxigène, ce qui ne permet pas d'assigner la composition rigoureuse de ce gaz. Ces expériences suffisent pourtant pour prouver qu'il contient plus de phosphore que l'hydrogène protophosphoré: de l'hydrogène perphosphoré, qui avait perdu la faculté de

s'enflammer à l'air, en séjournant six semaines sur le mercure, laissait en se dissolvant dans le sulfate de cuivre, un résidu de 54,8 pour cent. On l'a brûlé dans l'oxigène, et l'on a trouvé dans une expérience, que 100 volumes de ce gaz sont décomposés par 200 volumes d'oxigène.

La dissolution de sulfate de cuivre qui a absorbé de l'hydrogène phosphoré ne contient pas d'acide phosphorique. Le précipité noir qui se produit dans la même circonstance contient du phosphore; mais l'auteur n'en a pas fait l'analyse rigoureuse parce qu'il lui a paru s'altérer facilement. Dessaignes.

228. Remarques générales sur l'analyse des matières végétales et animales. (*Annal. des Sciences d'observation;* Tom. 2, n° 2; mai 1829.)

L'auteur de ce mémoire, qui est probablement M. Raspail, présente, au sujet de l'analyse organique, des vues qui peuvent conduire à des résultats importans : il fait remarquer qu'on s'est le plus souvent borné à étudier un objet, sous un ou plusieurs rapports particuliers, au moyen de telle ou telle méthode scientifique, mais non sous le rapport de toutes ses propriétés avec le concours de toutes les sciences réunies. Il expose successivement les diverses propriétés qu'il se propose d'étudier et qui sont :

1° La forme. Elle sera étudiée avec soin au moyen du microscope, et l'on déterminera, par les lois de la cristallographie, si la forme est polyédrique, la forme primitive, etc. M. Raspail est parvenu, au moyen du microscope, à déterminer la nature de la substance que Proust avait appelée Hordeïne, et qui est formée d'un mélange de grains féculens, vides ou encore remplis de leur gomme, de fragmens du péricarpe de la graine imprégnés de résine, de cellules du périsperme, de débris des enveloppes calicinales, d'embryons, de poils, etc.

2° La densité. Quand la quantité de matières est peu considérable, on parvient à déterminer sa densité en la jetant dans un liquide au fond duquel elles tomberont, et ajoutant goutte à goutte un liquide plus dense et connu, par exemple une dissolution métallique concentrée, qui n'ait aucune action sur la substance dont on se sert.

Quelquefois le mouvement des corps qui nagent dans un li-

quide est très-lent, ce qui provient de trois causes : de la perte de poids dans le liquide, de la viscosité de celui-ci, qui permet difficilement le déplacement, et de l'adhésion des couches de liquide aux corps avec lesquels ils se meuvent.

3° L'électricité. On a à peine appliqué une faible électricité à l'examen des substances organiques. L'auteur se propose d'étudier son action.

4° Le magnétisme. L'état du fer dans les composés organiques produira peut-être un effet particulier sur une aiguille astatique très-sensible.

5° La chaleur. Diverses substances se dissolvent à chaud et non à froid; quelquefois la dissolution n'est qu'apparente et provient de ce que les particules sont soutenues par les courans du liquide échauffé : l'ulmine est dans ce cas; la fusion ignée peut aussi ne donner lieu, comme pour les graisses, qu'à un liquide dans lequel nagent les enveloppes qu'il renfermait.

6° L'action de la lumière. L'auteur s'étend beaucoup dans cet article sur les avantages des observations microscopiques et sur les connaissances qu'elles exigent pour être bien faites, et il fait remarquer avec justice que les savans qui se sont les premiers livrés à ce genre de recherches étaient à la fois naturalistes, physiciens et géomètres, et que c'est à cette cause que l'on peut attribuer l'importance de beaucoup de leurs travaux.

L'auteur du mémoire trouve que le microscope d'Amici, dans lequel on a beaucoup diminué les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, a beaucoup perdu en clarté, et que s'il est meilleur pour les dissections et les manipulations, il est moins bon pour les observations sur les substances organiques, et il préfère une simple loupe montée et formée d'un objectif globuliforme, d'un oculaire et d'un réflecteur.

Les observations sur l'action des substances organiques sur la lumière, seront, la couleur que les particules prennent par réflexion ou transmission (quelquefois le corps en masse est opaque et les particules microscopiques sont transparentes, comme l'amidon) et le pouvoir réfringent. Par rapport à cette dernière propriété, un grain de fécule, vu par lumière transmise au travers d'une très petite ouverture, est tout-à-fait noir, excepté au centre; un grain mis dans l'eau ne paraît plus ombré que sur les bords, et dans l'huile on le distingue à

de l'acide hydrocyanique et de l'acide carbonique, et on trouve de l'acide oxalique dans la liqueur. La gélatine donne des produits semblables ; avec l'indigo, il ne se forme pas d'acide oxalique.

Le carbonate de potasse ne produit pas d'acide oxalique avec le tartre ; la chaux et l'amidon n'en ont pas donné non plus ; on peut substituer la soude à la potasse dans l'opération.

Il est à remarquer que la transformation des substances organiques en acide oxalique par la potasse ou la soude précède la formation de l'acide carbonique, dans les mêmes circonstances où la potasse et le soufre produisent de l'acide hyposulfureux ou de l'acide sulfurique.

Comme il se dégage de l'hydrogène, de l'eau ou de l'acide carbonique avec les substances végétales, ou de l'ammoniaque et du cyanogène avec les substances animales, on peut expliquer ainsi leur transformation en acide oxalique ; mais l'acide tartrique ne donnant pas d'hydrogène, on ne peut expliquer ainsi la formation de l'acide oxalique.

L'acide tartrique contient	2 ½	proportions	d'hydrogène
	4	*idem*	de carbone
	5	*idem*	d'oxigène.

La masse reste blanche et ne se charbonne pas ; si tout le carbone entrait dans l'acide oxalique, il faudrait 6 proportions d'oxigène, et l'eau devrait être décomposée pour en fournir. Il se forme peut-être quelqu'autre composé.

M. Gay-Lussac indique un procédé élégant de transformer le tartre en oxalate de potasse. On dissout du tartre brut dans l'eau avec une quantité convenable de potasse et de soude, et on fait passer la dissolution en courant continu, au moyen d'une pompe dans un tube épais de fer, de fonte ou de bronze, chauffé à 200 ou 225°, la pression ne sera que de 25 atmosphères, parce qu'il ne se dégage aucun gaz. G. de C.

230. Sur un nouveau principe végétal trouvé dans la racine de Caïnca ; par MM. François et Caventou. (*Universel* du 26 et du 29 août 1829.)

MM. François et Caventou ont trouvé dans la racine de Caïnca une substance qui diffère de toutes celles qui sont connues. Elle est blanche, cristallisable, en petites aiguilles soyeuses

qui se groupent comme l'hydrochlorate de morphine; inodore, d'une amertume aromatique très-forte, soluble dans l'alcool absolu et l'éther, fort peu dans l'eau; elle brûle comme les matières végétales, et son résidu n'est ni alcalin, ni parfaitement neutre, et se rapproche plutôt des acides, car elle se dissout bien dans les dissolutions alcalines.

Cette substance est éminemment tonique, diurétique et purgative.

231. NOUVEAUX ALCALOÏDES TROUVÉS DANS LE QUINQUINA JAUNE ET ROUGE; par M. SERTUERNER. (*Ibid.*; 25 août 1829.)

M. Sertuerner ayant remarqué que le sulfate de quinine échouait dans des cas où le quinquina produisait de bons effets, a examiné le quinquina et y a trouvé de nouveaux alcaloïdes.

La *chinioïdine* est combinée entièrement avec une substance résineuse, acidule, qui n'est pas nuisible, mais qui n'est pas bienfaisante, et qu'il est difficile d'isoler. Après la préparation du sulfate de quinine par les procédés ordinaires, on traite l'eau mère par l'alcool pour en séparer les sels terreux, et on les décolore par un mélange de charbon végéto-animal obtenu en préparant l'acide *croconique de Liebig* et de charbon animal. On filtre et on dissout la chinioïdine dans l'acide sulfurique concentré, étendu de 3 à 4 parties d'eau, d'où on peut la précipiter par un alcali.

La *chinioïdine* a la couleur et la saveur de la quinine, est insoluble dans l'eau, verdit les couleurs bleues végétales, et a plus de capacité pour les acides que la quinine et la cinchonine. Les sels purs se comportent avec la chaleur et les liquides comme les baumes, ils deviennent visqueux et fusibles.

La chinioïdine a des propriétés fébrifuges qui sont, d'après M. Sertuerner, à celle de la quinine, comme celle-ci au quinquina.

232. MÉTHODE POUR DÉTERMINER LA QUANTITÉ D'ALCALOÏDE CONTENU DANS LES ÉCORCES DE QUINQUINA; par M. VELTMANN d'Osnabruck. (*Jahrbuch der Chemie und Physik*; 1828, cah. 12[e], p. 381.)

Depuis qu'on fait en pharmacie un usage si fréquent du sul-

fate de quinine, on a tâché de déterminer, par des réactifs, la quantité d'alcaloïde contenu dans les écorces de quinquina.

Tout le monde connaît le procédé de M. Henry fils et Plisson, qui emploient l'oxide de plomb hydraté, l'acide hydro-sulfurique, et enfin le lait de chaux; leur méthode, qui, exécutée sur une échelle vaste, présenterait peut-être des difficultés, est surtout avantageuse pour déterminer si l'alcaloïde obtenu est de la quinine ou de la cinchonine. On connaît également le procédé de M. Tilloy, indiqué dans le *Bulletin* des sciences technologiques, qui se sert de l'alcool, de l'acétate de plomb et de l'ammoniaque, et qui est parvenu, au bout de 6 heures, à extraire d'une once d'écorce 9 grains de sulfate de quinine.

En Allemagne, le professeur Göbel s'est servi, pour parvenir au même résultat, du procédé suivant: 2 onces de quinquina en poudre furent traitées à différentes reprises, avec 16 onces d'eau distillée et 3 gros d'acide hydro-chlorique de 1,13 pes. spéc., et soumises à une assez forte ébullition, toutes les liqueurs furent ensuite réunies, et on obtint un précipité brunâtre en y versant de la dissolution de potasse caustique; ce précipité obtenu, traité de nouveau par l'eau distillée et l'acide hydro-chlorique, fut encore précipité par la potasse, et on répéta cette opération jusqu'à ce qu'il fût entièrement blanc, on le sécha, et il fut traité à froid par l'alcool absolu pour séparer les deux alcaloïdes.

Enfin, M. Veltmann décrit un procédé qui a l'avantage de pouvoir être employé même en se servant de très-petites quantités, et qui réunit beaucoup de précision à une assez facile exécution. 55 grains d'écorce de quinquina réduite en poudre fine, sont mêlés exactement avec une quantité égale de sable quarzeux lavé, dont les grains doivent avoir la moitié de la grosseur d'un grain de pavot, on ajoute à ce mélange 5 gouttes d'acide hydro-chlorique et 20 gouttes d'alcool, et le tout est légèrement pressé dans un tube de verre de 12 centimètres de longueur et 1,5 centimètre de diamètre, et dont un des bouts est fermé par un morceau de mousseline, et plonge dans un vase fermé. Ce tube communique par le moyen d'un tube recourbé avec un petit ballon rempli d'un mélange d'une once et demie d'alcool et de 20 gouttes d'acide hydro-chlorique; le tube recourbé doit avoir 0,5 millimètre de diamètre,

un des bouts doit plonger jusqu'au fond du ballon, tandis que l'autre ne doit pas surpasser la surface du mélange de quinquina et de sable. Moyennant une petite lampe à esprit de vin l'alcool du ballon entre en ébullition, et extrait de cette manière, le contenu du grand tube, si cette ébullition n'a lieu que lentement, les dernières gouttes d'alcool passeront à travers celui-ci sans se colorer.

La teinture alcoolique d'un rouge brunâtre sera précipitée par la chaux hydratée; au bout de 12 heures on sépare le précipité par le moyen du filtre; on rend ensuite la dissolution alcoolique très-légèrement acide, et on la réduit par l'évaporation à une matière résineuse molle, qu'on dissout dans 2 gros d'eau distillée, et qu'on précipite par quelques gouttes d'ammoniaque caustique. Le précipité obtenu est séché et indique la quantité d'alcaloïde de l'écorce.

En se servant de ce procédé, M. Veltmann a trouvé que

100 parties quinquina de Carthagène contiennent 3,30 parties d'alcaloïde,

100 parties quinquina de Huanutro, 3,5 cinchonine,

100 parties quinquina royal 5,0 quinine,

100 parties quinquina rouge 6,0 quinine et cinchonine.

HECHT.

233. DÉCOLORATION DU SULFATE ACIDE D'INDIGO AU MOYEN DE L'ÉTHER; par M. CASSOLA. (*Kastner's Archiv*, Tom. XVI, cah. 1, p. 126.)

Si l'on dissout 1 partie d'indigo dans 4 p. d'acide sulfurique, qu'on étende la dissolution de 20 p. d'eau, qu'on filtre et qu'on y ajoute une égale quantité d'éther sulfurique, le liquide se décolore au bout d'une demi-heure; mais il faut que, pendant ce temps, le mélange soit tenu à une température de 28° à 30° R., dans un tube épais et bien bouché avec du liége. La couleur ainsi détruite ne peut plus être ramenée par les oxides de mercure, d'or, de platine, d'argent et d'autres corps oxidables, ni par l'oxigène non plus.

234. NOUVEAU PRINCIPE IMMÉDIAT RETIRÉ DE L'ALBUMINE; par M. J. P. COUERBE. (*Annal. de Chim. et Physiq.*; juillet 1829, p. 323.)

Une solution de blanc d'œuf exposée à une température va-

riable entre o et —8, la masse albumineuse s'épaissit un peu sans se congeler, et donna au bout d'un mois un réseau membraneux assez abondant et un liquide; il ne se dégagea aucun gaz putride. Le liquide produisit par sa décomposition du carbonate d'ammoniaque.

Le réseau membraneux est solide, blanc, translucide, d'une structure membrano-foliacée, insipide, inodore, et se réduit facilement en poudre; chauffé, il se décompose sans se fondre, et donne, avec les produits d'une matière non azotée, un charbon volumineux, léger, difficile à incinérer. Traitée par l'oxide de cuivre, cette substance n'a donné que de l'eau et de l'acide carbonique. L'eau ne la dissout pas, mais se loge entre ses lames, et les ramollit; l'eau bouillante la gonfle sans la dissoudre, la divise, et lui donne l'aspect d'un mucilage insoluble. L'alcool, l'éther, l'acide acétique n'agissent ni à froid ni à chaud.

Cette matière se gonfle dans l'acide sulfuriqne concentré à froid; par la chaleur, elle est carbonisée, et dégage une odeur aromatique; le mélange est insoluble dans l'eau qui précipite le charbon.

L'acide nitrique agit faiblement à froid; à chaud il se décompose.

L'acide hydrochlorique dissout à chaud la substance membraneuse, la liqueur est incolore, et ne se trouble pas par le refroidissement; en y ajoutant de l'eau, elle se trouble, et dépose une poudre très-divisée.

La potasse la dissout aussi facilement à une légère chaleur; en saturant la liqueur par l'acide hydrochlorique, elle se trouble sans rien déposer. G. de C.

MÉLANGES.

235. Notice nécrologique sur M. Abel; par M. Crelle.

Nicolas Henri Abel, Norvégien, qui a fait voir un talent si extraordinaire pour les mathématiques et qui, quoique très-jeune encore, s'est déjà si éminemment distingué dans cette science, est mort à la fleur de son âge, le 6 avril 1829, à Fro-

lands-Vark près d'Arendal en Norvége, où il s'était rendu de Christiania, son séjour ordinaire, pour faire une visite à ses parens.

M. Abel naquit le 25 août 1802 à Frindoë, sur la côte occidentale de Christiansand en Norvége. Il n'a donc pas même atteint sa 27me année. Son père était ministre protestant de village. En 1803, sa famille fut transférée à Gierrestadt, paroisse voisine, où son père lui donna la première éducation, jusqu'en 1815, où M. N. H. Abel entra dans l'école cathédrale de Christiania. Il ne se distinguait nullement dans les premières années de ses études. Mais en 1818, à l'âge de 16 ans, ses talens pour les mathématiques commencèrent subitement à se développer. Il se fit beaucoup remarquer parmi ses condisciples, et fit des progrès si rapides, qu'on reconnut bientôt son génie. M. Holmboë, alors professeur à cette école, lui donna des leçons particulieres Ayant rapidement passé les élémens, on lui fit parcourir l'Introduction et les Institutions du calcul différentiel et intégral d'Euler. Dès-lors il commença à marcher seul. Il étudia les ouvrages de Lacroix, Francœur, Poisson, Gauss et surtout ceux de Lagrange, et fit lui-même quelques essais. Sorti de l'école cathédrale, il entra dans l'université de Christiania. Dénué de fortune, et son père étant mort, il avait eu les leçons de l'école gratis, et il jouit à l'université d'une bourse et de secours des professeurs pendant les deux premières années. Les deux années suivantes le gouvernement lui accorda un secours extraordinaire. Il poursuivit sa carrière avec ardeur. A cette époque il composa plusieurs mémoires, qui ont été imprimés dans le journal de Christiania qui a pour titre : « *Magasin pour les sciences naturelles.* » Le premier de ces mémoires (écrit en allemand) a été imprimé en 1820 sous le titre : « *Méthode générale pour trouver une fonction d'une variable, quand une propriété de cette fonction est exprimée par une équation entre deux variables.* » Il s'occupa du problème de la résolution algébrique des équations du 5me degré. Il crut d'abord en avoir trouvé la solution ; mais ayant remarqué son erreur, il se proposa, ou de la corriger, ou de démontrer l'impossibilité de la résolution générale des équations de degrés supérieurs. Il réussit dans cette dernière tâche et fit imprimer sa démonstration en 1824 à Christiania, en français. Comme il s'était extraordinairement distingué dans ses études, le gouvernement lui accorda, sur la recom-

mandation des professeurs Rasmusen et Hansteen, les frais de voyage pour continuer ses études en Allemagne, en Italie et en France, pendant deux ans. Son plan primitif était d'aller directement à Paris, mais il le changea et partit pour Berlin, en s'associant à quelques amis étudiants en d'autres sciences.

Il arriva à Berlin dans l'été de 1825. Il y resta six mois, pendant lesquels je fis sa connaissance et le vis tous les jours. D'ici il se rendit par Vienne, Venise, Milan et Turin à Paris, où il fit un séjour de 10 mois. Il revint à Berlin et de là à Christiania, après une absence de 20 mois.

En arrivant à Berlin pour la première fois, il avait déjà beaucoup travaillé, mais sans avoir encore rien publié d'important, excepté son mémoire, en forme de dissertation, sur l'impossibilité de la résolution générale des équations algébriques de degrés supérieurs. Ce mémoire est le même qui a été inséré dans le premier tome du journal que je publie; mais refondu par son auteur pendant son séjour à Berlin. J'avais déjà depuis longtemps conçu le projet de ce journal, mais ce qui me décida à le mettre à exécution, ce fut surtout l'importance des nombreux mémoires déjà préparés par M. Abel, qui consentit à leur publication, et celle des ouvrages de M. Steiner, depuis zélé et très-distingué collaborateur pour les premiers tomes qui ont paru de ce journal. C'est ainsi en partie à M. Abel qu'il doit son existence. Il en est resté jusqu'à sa fin un des collaborateurs les plus assidus et les plus fidèles.

Les mémoires dont il a enrichi ce recueil, et quelques autres très-importans, insérés dans le journal d'astronomie de M. Schumacher, ainsi que ceux qu'il a présentés à l'académie royale de Paris, prouvent que ce jeune géomètre était doué d'un talent vraiment supérieur, et que la perte que les mathématiques viennent d'éprouver par sa mort, est très-grande et d'autant plus déplorable qu'il commençait à peine sa carrière.

Tous les travaux de M. Abel portent l'empreinte d'une sagacité et d'une force de tête extraordinaire et vraiment étonnante, même sans considérer la jeunesse de l'auteur. Il pénétrait, pour ainsi dire, souvent jusqu'au fond des choses,

avec une force qui semblait irrésistible, les saisissait avec une énergie si extraordinaire, il les prenait de si haut et s'élevait tellement au-dessus de leur état actuel, que les difficultés semblaient s'évanouir devant la puissance victorieuse de son génie. Si l'on se rappelle ce mémoire inséré dans le premier tome de ce journal sur l'impossibilité de résoudre les équations de degrés supérieurs au quatrième, ses recherches sur les fonctions elliptiques, son mémoire sur quelques propriétés générales d'une certaine sorte de fonctions transcendantes (tome III.) etc., tous ces travaux par lesquels il a effectivement reculé les bornes de l'analyse, on trouvera que nous n'en avons pas trop dit. Aussi les talens extraordinaires de M. Abel ont-ils été reconnus généralement dans ces derniers temps, et certes, s'il eût été contemporain de Newton, celui-ci aurait dit de lui ce qu'il disait de Cotes: « s'il avait vécu plus long-temps, nous aurions pu apprendre encore beaucoup de lui. » Les géomètres les plus distingués de notre temps, parmi lesquels il suffit de nommer M. Legendre, ce vétéran de la science auteur de la théorie des fonctions elliptiques, ont apprécié également M. Abel, en s'honorant par là autant eux-mêmes que leur jeune protégé.

Il est remarquable que M. Abel et M. Jacobi de Königsberg, cet autre jeune géomètre d'un talent extraordinaire, ont toujours marché également et comme de front dans leurs recherches sur les fonctions elliptiques, sans cependant se connaître l'un l'autre non plus que leurs travaux, et sans se rencontrer dans leur route.

M. Abel, de retour dans sa patrie, n'y trouva pas d'abord un emploi convenable : ce ne fut que peu de temps avant sa mort qu'il jouit d'appointemens fixes. En 1827 on le nomma membre de la Société royale des sciences à Drontheim. Mais aussitôt que la réputation de son talent et de son mérite dans les mathématiques eut percé, on vit les hommes qui aiment les sciences et qui sont à même de les protéger, s'intéresser à son sort. Le gouvernement prussien, attentif à tout ce qui peut faire prospérer les connaissances utiles et avancer les sciences, songeait à attirer M. Abel à son service, dans le cas où celui-ci l'aurait désiré. En même temps plusieurs membres de l'académie royale des sciences de Paris s'adressèrent au roi de Suède, pour l'engager à appeler à Stockholm, près de l'académie,

cet homme distingué. Le gouvernement de Prusse exécuta le premier le projet d'améliorer le sort de M. Abel. J'avais été chargé de m'informer d'avance si M. Abel accepterait une place à Berlin, dans le cas où elle lui serait offerte; et sur sa reponse affirmative, le ministre du culte et de l'instruction publique à Berlin avait résolu de lui envoyer une invitation honorable. J'avais l'ordre d'annoncer au jeune géomètre, que cette invitation était près de partir. J'exécutai cet ordre à l'heure même. Mais malheureusement il était déjà trop tard. La lettre arriva peu de jours après sa mort. Un travail infatigable, joint aux soucis que lui avait long-temps donnés l'incertitude de son avenir, avaient miné sa santé délicate; il était tombé malade à la campagne où il se trouvait alors; son indisposition tourna en une pulmonie, à laquelle il succomba. Je reçus la nouvelle de la mort de M. Abel presque le même jour où l'invitation qui lui était faite venait d'être expédiée. *J'en* fis mon rapport. Le digne ministre, qui protège et fait prospérer les sciences dans notre pays avec un zèle et une ardeur au-dessus de tout éloge, exprima ses vifs regrets de cette perte prématurée, en m'écrivant « qu'il avait eu effectivement le dessein d'appeler M. Abel à Berlin, pour lui ouvrir une carrière honorable dans l'université, en lui accordant des appointemens convenables et ses frais de voyage; qu'il regrettait d'autant plus de voir son dessein échoué, qu'il avait vivement désiré l'admission de M. Abel au service de Prusse, à cause des grandes espérances que ses rares talens avaient déjà données. »

Mais ce ne sont pas les grands talens seuls de M. Abel qui le rendaient si digne d'estime et qui feront toujours regretter sa perte. Il était également distingué par la pureté et la noblesse de son caractère, et par une rare modestie qui le rendait aussi aimable, que son génie était extraordinaire. La jalousie du mérite d'autrui lui était tout-à-fait étrangère. Il était bien éloigné de cette avidité d'argent ou de titres, ou même de renommée, qui porte souvent à abuser de la science en en faisant un moyen de parvenir. Il appréciait trop bien la valeur des vérités sublimes qu'il cherchait, pour les mettre à un prix si bas. Il trouvait la récompense de ses efforts dans leur résultat même. Il se réjouissait presque également d'une nouvelle découverte, soit qu'elle eût été faite par lui ou par un autre. Les moyens de se

faire valoir lui étaient inconnus : il ne faisait rien pour lui-même, mais tout pour sa science chérie. Tout ce qui a été fait pour lui, provient uniquemrnt de ses amis, sans la moindre coopération de sa part. Peut-être une telle insouciance est-elle un peu déplacée dans le monde. Il a sacrifié sa vie pour la science, sans songer à sa propre conservation. Mais personne ne dira qu'un tel sacrifice soit moins digne et moins généreux que celui qu'on fait pour tout autre grand et noble objet, et auquel on n'hésite pas d'accorder les plus grands honneurs. Gloire donc à la mémoire de cet homme également distingué par les talens les plus extraordinaires et par la pureté de son caractère, d'un de ces êtres rares, que la nature produit à peine une fois dans un siècle ! Berlin, le 20 juin 1829. (*Journal für die reine Mathematik ; 1829.*)

236. PRIX PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES DE DANEMARK.

Classe de physique : In historia antiquissimarum gentium, quæ ante Græcorum imperium in Asia et Africa floruerunt, cura tot doctorum virorum investigata, multo melius et plenius intelligimus, quas de rebus divinis et humanis, quam quas de rebus naturalibus rationes sibi informaverint. Quum tamen in illis disquisitionibus haud pauca occurrant antiquissimæ scientiæ naturalis vestigia, desideratur, ut docti viri tentent inde efficere, quemadmodum illæ gentes rationem et leges naturæ animo conceperint. Ne in his pertractandis res notæ copiosus repetantur, traditiones mythicæ et notiones astronomicæ, quatenus huc pertineant, tantummodo leviter perstringendæ et attingendæ sunt; nec opus est recensere singulas illorum hominum de rebus naturalibus notiones, quasi omnis de iis quæstio gravioris esset momenti; sed satis est illas considerare notiones, quatenus ex iis ordo et ratio rerum naturalium hominibus tunc nota perspiciatur. Ut paucis rem dicamus : exhibeatur naturæ ea imago, quam homines ætate maxime florente illarum gentium sibi fingerent necesse erat. In decursu disquisitionis etiam ostendi debet, quæ naturæ imago quavis antiquiore litteris conspicua ætate exstiteret.

Les mémoires pourront être écrits en latin, français, alle-

-mand, anglais, suédois ou danois. Le prix consiste en une médaille d'or de 50 ducats danois et autant en argent. Les mémoires devront être adressés avant la fin de 1830, au secrétaire de la Société, le professeur Oerstedt à Copenhague.

La Société royale propose pour la seconde fois le sujet suivant : « Omnium perturbationum ratione habitâ, primum orbitàm cometæ anni 1770, inde a secundo Aug. 1770 usque ad ipsius introitum in Jovis attractionis sphæram mense junio 1779, ità exhibere, ut quam accuratissimè cognoscantur conditiones, quibus eo pervenerit : deindè et motum cometæ, dùm Jovis attractioni subjectus fuerit, et elementa orbitæ, quam ex hac attractione egressus describere inceperit, determinare. » (*Dansk Liter. Tidende* ; 1829, n° 38.)

237. Sujets de Prix, proposés par l'Acad. royale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, pour 1830 et 1832.

1° L'Académie avait proposé pour sujet du prix à décerner en 1829, une *Théorie physico-mathématique des pompes aspirantes et foulantes*, faisant connaître le rapport entre la force motrice employée et la quantité d'eau réellement élevée (la hauteur de l'élévation étant connue), en ayant égard aux principaux obstacles que la force peut avoir à vaincre. Cette théorie doit être basée sur des expériences positives ; les formules qui en seront déduites doivent être faciles à employer dans la pratique, et indiquer le degré d'approximation qu'elles comportent.

Aucun des mémoires reçus n'ayant traité la question d'une manière aussi satisfaisante que l'Académie l'eût désiré, elle continue ce même sujet, pour le prix à décerner en 1832. Le prix est double, et consistera en une médaille d'or de 1000 fr.

2° *Déterminer la manière dont les réactifs anti-fermentescibles et anti-putrescibles connus, tels que le gaz acide sulfureux, le peroxide et le chlorure de mercure, le camphre, l'ail, etc., mettent obstacle à la décomposition spontanée des substances végétales ou animales, et préviennent ainsi la formation de l'alcool dans les premiers, et de l'ammoniaque dans les secondes, en même temps qu'ils empêchent tout développement de moisissure et d'insectes même microscopiques.*

Les concurrens devront porter surtout leur attention sur les substances qui agissent à de très-petites doses, et ne pas s'atta-

cher au cas particulier où les réactifs anti-fermentescibles et anti-putrescibles étant employés en forte proportion, il s'établit des combinaisons insolubles dont la stabilité suffit pour rendre raison du phénomène ; car il est sensible que ce dernier ordre de faits est absolument indépendant du premier, et c'est celui-ci qui fait le véritable sujet du prix.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 500 fr.

238. Post-scriptum ajouté au Mémoire de M. Cauchy *Sur un nouveau Principe de mécanique*, inséré dans le *Bulletin* d'août, n° 69.

Après avoir terminé ce mémoire, j'ai eu occasion de parcourir un travail de M. Poncelet sur la théorie des machines, où, sans énoncer le principe général que je viens d'établir, il est arrivé cependant à des résultats conformes à ceux que l'on déduirait de ce même principe.

239. *Note du Rédacteur.*

Une erreur facile à expliquer, mais que je ne chercherai nullement à excuser, a fait répéter un article sur le *Thorium*, par M. Berzelius, dans deux numéros du *Bulletin*. J'espère qu'un semblable inconvénient ne se reproduira jamais, et je ferai tout ce qui dépendra de moi pour l'empêcher. G. de C.

TABLE

DES ARTICLES DU CAHIER D'OCTOBRE 1829.

Mathématiques.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

MATHÉMATIQUES.

240. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. Tom. XX, n° 4; octobre 1829.

La seule démonstration élémentaire qui existe du principe de la gravitation, *comme conséquence des lois de Képler*, est celle qu'a donnée Newton dans ses *Principes;* mais cette démonstration repose sur diverses propriétés de l'ellipse inconnues de la plupart de ceux qui fréquentent les cours de physique de nos écoles, et à qui pourtant les professeurs seraient bien aise de faire voir comment on est parvenu à la découverte d'un principe de cette importance. C'est dans la vue de leur en faciliter les moyens que M. Ampère, dans un premier article de la livraison que nous annonçons, s'est occupé de la recherche d'une démonstration plus élémentaire que celle de Newton. A l'exemple de l'Hôpital et de plusieurs autres géomètres, l'auteur considère l'ellipse comme la section d'un cylindre droit par un plan, et son foyer comme le point de contact de ce plan avec une sphère inscrite au cylindre. A l'aide de ces définitions, M. Ampère démontre, d'une manière très-élégante et très-simple, le petit nombre de propriétés de l'ellipse dont il a besoin pour parvenir à son but, qu'il atteint ensuite, par des considérations de triangles infiniment petits, comme on le faisait, dans tous les cas analogues, avant l'invention du calcul différentiel.

Cette démonstration paraît aussi simple que la gêne que l'auteur s'est imposée a pu le permettre; et pourtant il est douteux que beaucoup de professeurs hasardent de l'introduire dans leur enseignement. Sans doute, tout ce que dit M. Ampère

des propriétés de l'ellipse, relatives à ses diamètres et à ses foyers, est éminemment clair, et sera facilement saisi par tous ceux à qui les élémens de géométrie ne sont pas tout-à-fait étrangers; mais peu d'entr'eux comprendraient peut-être pourquoi la force accélératrice est plutôt exprimée par telle fonction que par toute autre.

Fontenelle a nommé *développée imparfaite* d'une courbe plane l'enveloppe des droites menées dans son plan, par tous les points de son périmètre, de manière à faire d'un même côté des angles égaux quelconques avec les normales aux mêmes points. On peut généraliser cette idée et supposer que ces angles, au lieu d'être égaux, varient suivant une loi mathématique donnée quelconque. L'enveloppe de telles droites sera alors ce que M. Lambert appelle *développée oblique* de la courbe dont il s'agit, dans un second article de la livraison, où il s'occupe de l'étude des propriétés de ces sortes de courbes, en se bornant toutefois, pour le présent, à établir les équations fondamentales et à en faire une application spéciale à l'optique.

Soient S un arc de la courbe proposée, compté de l'un quelconque de ses points, R son rayon de courbure à l'extrémité de cet arc, θ l'angle constant ou variable que fait avec R le rayon de courbure oblique de la même extrémité, r la longueur de ce rayon, terminé à son point de contact avec la développée oblique, et enfin s l'arc de cette développée, compté depuis un quelconque de ses points jusqu'à ce point de contact; M. Lambert prouve très-simplement qu'on aura

$$ds = dr + dS.\ sin.\theta,\quad \frac{d\theta}{dS} = \frac{1}{R} - \frac{cos.\theta}{r}.$$

Pour une autre développée oblique de la même courbe, on aura semblablement, en accentuant les lettres,

$$ds' = dr' + dS.\ sin.\theta',\quad \frac{d\theta'}{dS} = \frac{1}{R} - \frac{cos.\theta'}{r'};$$

or, on peut supposer que la courbe proposée est la courbe séparatrice de deux milieux, que les rayons de courbure obliques de l'une des deux séries sont des rayons lumineux incidens, tandis que ceuxde l'autre série sont les mêmes rayons réfractés; il suffira pour cela de joindre aux quatre équations ci-dessus la suivante, donnée par les lois de la réfraction

$$\frac{sin.\theta}{sin.\theta'} = \frac{\lambda}{\lambda'},$$

λ et λ' étant deux nombres constans qui, dans le cas particulier de la réflexion, doivent être supposés ne différer que par le signe.

Par la combinaison de l'intégration de ces cinq équations, M. Lambert parvient aux deux suivantes :

$$\frac{\sin.\theta\cos.^2\theta'}{r'}-\frac{\sin.\theta'\cos.^2\theta}{r}=\frac{\sin.(\theta-\theta')}{R}$$

$$\frac{s-r}{\lambda}-\frac{s'-r'}{\lambda'}=const.\,;$$

dont la première est, aux notations près, celle qui a été donnée par Petit, pour le cercle, dans la correspondance de M. Hachette; mais elle a ici un sens beaucoup plus étendu, puisque, d'une part, elle est relative à une courbe quelconque, et que, de l'autre, les rayons incidens et réfractés, au lieu de concourir en un même point, sont simplement supposés tangens aux deux courbes s et s' ou normaux aux courbes dont celles-ci sont les développées. Au moyen de cette équation, on peut facilement construire par points non-seulement la caustique qui résulte d'une réfraction ou d'une réflexion unique, mais même celle qui résultera de tant de réfractions et de réflexions qu'on voudra, à la rencontre de courbes données quelconques, sans qu'il soit besoin de construire les caustiques intermédiaires, et sans connaître autre chose que la courbe enveloppe des rayons incidens et la nature des milieux.

Quant à la seconde équation, en y faisant s et s' nulles, elle devient celle de la courbe que M. Quételet a nommée *aplanétique*, c'est-à-dire celle de la courbe qui doit séparer deux milieux, pour que des rayons émanés d'un point de l'un d'eux aillent, après s'être réfractés, concourir en un point de l'autre.

Lorsqu'on donne des équations générales du premier degré, en nombre quelconque, entre un pareil nombre d'inconnues, on parvient aisément aux valeurs de ces diverses inconnues, dont la forme générale a été aperçue pour la première fois par Cramer et démontrée postérieurement par Laplace. Mais lorsqu'on veut appliquer les formules générales à des équations numériques, elles donnent souvent pour les inconnues des valeurs indéterminées ou infinies, ce qui annonce, comme l'on sait, que, parmi les équations du problème, il s'en trouve d'équivalentes ou de contradictoires. Les auteurs d'élémens ont pris

beaucoup de soin à discuter ces différens cas; mais, comme l'observe M. Gergonne, dans un dernier article de la livraison, tout ce qu'on tentera de dire sur ce sujet sera toujours nécessairement incomplet; car la discussion se complique tellement avec le nombre des inconnues, qu'aucun auteur n'a osé aller au-delà de quatre. M. Gergonne pense donc qu'au lieu de discuter les formules, il serait beaucoup plus convenable de discuter les équations du problème, afin de l'abandonner s'il est reconnu impossible, ou d'en élaguer les équations surabondantes dans le cas contraire. En conséquence, l'auteur donne des préceptes fort simples, pour reconnaître, dans un groupe donné d'équations du premier degré, si deux, trois ou un plus grand nombre d'entr'elles sont incompatibles ou comportées les unes par les autres. Il craint toutefois que, par l'effet de l'influence de la routine, ses méthodes n'obtiennent qu'une approbation stérile, et ne soient point de long-temps encore introduites dans les ouvrages destinés à l'enseignement.

241. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. Tom. XX, n° 5; novembre 1829.

On a déjà singulièrement multiplié et varié les applications du calcul différentiel; et personne néanmoins ne saurait affirmer qu'on n'en puisse découvrir beaucoup d'autres encore; mais ce calcul, en lui-même, constitue une branche d'analyse qui ne saurait plus recevoir aucun accroissement. Il en va tout autrement du calcul intégral; et, pour peu qu'on ait parcouru les traités sur la matière, on reconnaît bientôt que, malgré tout ce qu'on en a écrit, nous sommes encore à attendre des procédés d'intégration qu'on ne soit pas contraint de varier sans cesse, suivant la forme particulière des fonctions différentielles sur lesquelles il s'agit d'opérer. C'est l'essai d'un pareil procédé que présente M. Le Barbier, dans un premier article de la livraison que nous annonçons. L'auteur le déduit de cette considération fort simple, que l'intégrale du $m^{ième}$ degré d'une fonction différentielle n'est autre chose que sa différentielle dont le degré est $-m$, c'est-à-dire que $\frac{d^{-m}X}{dx^m}$ est la même choes que $\int^m X\,dx^m$. En conséquence de cette remar-

que, M. Le Barbier réduit tous les procédés si variés d'intégration aux règles suivantes : 1° chercher successivement, par la différentiation $\frac{dX}{dx}, \frac{d^2X}{dx^2}, \frac{d^3X}{dx^3}, \cdots\cdots$ en poussant cette recherche assez loin pour pouvoir en conclure, par induction, l'expression générale, en x et m, de $\frac{d^mX}{dx^m}$; 2° vérifier cette induction en formant $\frac{d^{m-1}X}{dx^{m-1}}$, et en examinant ensuite si, par la différentiation, vous retombez, en effet, sur la valeur attribuée à $\frac{d^mX}{dx^m}$; 3° enfin, en supposant qu'il en soit ainsi, faites, dans cette dernière expression, $m=-1$, et il en résultera la valeur de l'intégrale $\int X\,dx$. M. Le Barbier pense que ces seuls préceptes, bien appliqués, peuvent remplacer avec avantage les nombreuses règles d'intégration que l'on donne dans les traités de haute analyse. Il appuie cette assertion par des exemples choisis dans toutes les classes de fonctions différentielles algébriques et transcendantes.

Dans un second article, M. Bobillier établit la règle suivante pour l'extraction des racines numériques de tous les degrés, laquelle n'est qu'une extension de la règle que l'on trouve dans les traités élémentaires pour abréger l'extraction de la racine carrée : si, cherchant la racine $m^{ième}$ d'un nombre entier, on a déjà obtenu un nombre de chiffres de cette racine au moins égal au nombre de ceux qui restent encore à trouver, augmenté du nombre des chiffres de l'exposant, on obtiendra le surplus de la racine cherchée, à moins d'une demi-unité près, en divisant simplement le reste de l'opération par m fois la $(m-1)^{ième}$ puissance de la racine déjà obtenue, en négligeant le reste de cette division.

A ce sujet, M. Gergonne signale, comme assez briève, la règle suivante pour l'extraction d'une racine carrée, lorsque cette racine doit avoir un grand nombre de chiffres : cherchez, à l'ordinaire, les deux premiers chiffres de la racine ; quarrez et retranchez. Divisez le reste par le double de la racine déjà obtenue, et vous obtiendrez ainsi le troisième chiffre de la racine. Quarrez et retranchez encore ; divisez le reste par le double

de toute la racine obtenue, et vous obtiendrez ainsi les deux chiffres suivans, ce qui fera *cinq*. Quarrez et retranchez; divisez le reste par le double de toute la racine obtenue, et vous obtiendrez les quatre chiffres suivans, ce qui fera *neuf*. Quarrez et retranchez; divisez le reste par le double de toute la racine obtenue, et vous obtiendrez les huit chiffres suivans, ce qui fera *dix-sept*; et ainsi de suite. M. Gergonne observe que ce procédé serait susceptible d'une extension pareille à celle qu'a donnée M. Bobillier au procédé connu.

Dans un troisième article, M. Vallès démontre les deux théorèmes que voici :

I. La perpendiculaire abaissée de l'un quelconque des sommets d'un parallélogramme, soit sur un plan conduit arbitrairement par le sommet opposé, soit sur une droite conduite arbitrairement, dans son plan pour ce dernier sommet, est égale à la somme des perpendiculaires abaissées sur le même plan ou sur la même droite des deux sommets restans.

II. La perpendiculaire abaissée de l'un quelconque des sommets d'un parallélipipède sur un plan conduit arbitrairement par le sommet opposé, est égale à la somme des perpendiculaires abaissées sur le même plan des trois sommets qui environnent ce dernier; cette même perpendiculaire est la moitié seulement de la somme des perpendiculaires abaissées sur ce plan des trois sommets restans, respectivement opposés aux premiers.

M. Vallès a soin d'observer 1° que, dans ces deux théorèmes, il s'agit nécessairement de *sommes algébriques ;* 2° que les mêmes théorèmes subsistent encore, en substituant aux perpendiculaires des parallèles à une même droite fixe.

Après avoir déduit quelques corollaires de ces deux théorèmes, l'auteur en fait l'application, 1° à la construction des formules relatives à la transformation des coordonnées, soit sur un plan, soit dans l'espace; 2° à la recherche de la diagonale d'un parallélogramme en fonction des deux côtés d'un même angle et de l'angle qu'ils comprennent entr'eux, et à la recherche de la diagonale d'un parallélipipède, en fonction des trois arêtes d'un même angle et des angles que forment ces arêtes deux à deux. M. Gergonne s'étonne, à ce sujet, que, dans cette recherche, on persiste encore aujourd'hui à recourir à la con-

sidération d'un triangle sphérique auxiliaire dont l'usage, sans la simplifier, fait perdre au calcul toute sa symétrie.

Parmi le grand nombre des problèmes de géométrie qui, bien que faciles à mettre en équations, n'en sont pas moins, pour cela, presque intraitables, à raison des éliminations laborieuses que leur solution exige, on peut remarquer, entr'autres, celui qui consiste à assigner l'enveloppe de toutes les situations d'une corde mobile d'une longueur déterminée, qui roule dans une courbe donnée; problème qui, borné à une conique donnée, n'a point encore été résolu. Ce problème conduit naturellement au suivant : Peut-on faire rouler, dans une ellipse, une corde mobile de telle longueur que l'enveloppe de toutes ses positions soit la circonférence d'un cerle? Et tel est le problème que MM. Le Barbier, Bonetti et Vallès se sont proposé de traiter dans un quatrième article de la livraison. Ils remarquent d'abord que le cercle enveloppé ne saurait ni couper l'ellipse ni lui être extérieur, que de plus il devrait avoir son centre sur les deux axes de cette ellipse, et que conséquemment il devrait lui être concentrique. Supposons qu'on lui circonscrive un carré dont les côté soient parallèles aux deux axes de l'ellipse, il est facile de prouver que ce carré ne pourrait être inscrit à l'ellipse; il faudrait donc que cette ellipse coupât les directions des côtés de ce carré en huit points, qui devraient d'ailleurs appartenir à une même circonférence; tandis qu'une ellipse et un cercle ne sauraient avoir au plus que quatre points communs. Le problème est donc impossible.

Enfin, dans un cinquième article, un anonyme démontre que, trois cercles étant tracés sur une sphère, le point de sa surface dont la somme des distances aux circonférences de ces trois cercles, mesurées sur la surface de la sphère, est la moindre possible, doit être tellement situé qu'en le joignant aux centres de ces cercles, par des arcs de grands cerles, ces arcs forment autour de lui des angles égaux entr'eux et à quatre tiers d'angle droit. On peut supposer, tour à tour, que les trois cercles donnés deviennent des grands cercles ou des points, ce qui donnera naissance à dix problèmes de géométrie sphérique, de la solution desquels on pourra conclure celle de leurs analogues dans la géométrie plane; mais ces derniers ne seront pas tous toujours possibles.

242. PRAKTISCHE UEBUNGEN FÜR ANGEHENDE MATHEMATIKER. —Exercices pratiques pour ceux qui étudient les mathématiques; par le Dr UNGER. Tom. II, contenant un TRAITÉ DU CERCLE. In-8° de 560 pag. et 6 pl. Leipzig, 1829; Brockhaus.

Le premier volume de cet ouvrage a paru l'an dernier, et a déjà été annoncé dans le *Bulletin* (Tom. X, n° 259). Celui-ci offre plus d'intérêt, car on y trouve non-seulement des exemples de calculs fort développés, comme dans le précédent, mais encore des problèmes géométriques et des formules d'analyse d'un ordre assez élevé. C'est un de ces recueils, comme on n'en fait guère qu'en Allemagne, où tout ce qui a trait à la matière est suivi jusque dans ses plus minutieux détails. Le volume est divisé en trois parties : la première comprend l'exposition des principales propriétés du cercle, de celles des polygones inscrits et circonscrits, et des relations qui naissent du contact des cercles avec les droites, ou des cercles entr'eux. La seconde partie donne les formules par lesquelles on calcule numériquement les côtés et diagonales des figures inscrites ou circonscrites au cercle; on y trouve encore un précis sur la construction et l'emploi des tables trigonométriques; enfin tout ce qui se rapporte à la détermination géométrique ou élémentaire du rapport de la circonférence au diamètre, y est exposé avec un grand développement. Un recueil de problèmes qui ont principalement pour objet la division des angles et l'inscription des polygones, termine cette partie; on y voit plusieurs méthodes empiriques et approchées pour la trisection géométrique de l'angle, une entr'autres du célèbre Albert Durer, que tout le monde connaît comme le Michel-Ange de l'Allemagne, sans savoir que, comme Léonard de Vinci et Michel-Ange, il alliait l'étude des mathématiques à celle des arts. La troisième partie est intitulée *Analyse du cercle*, et comprend l'exposition des principales séries trigonométriques, des valeurs de π et de son logarithme népérien, soit en séries, soit en suites de facteurs ou en fractions continues. Une addition, qui termine l'ouvrage, offre un recueil de problèmes sur la géométrie du compas, tirés pour la plupart du livre de Mascheroni.   A. C.

243. Note relative a l'article 126 du Bulletin de septembre.

On paraît dire à la fin de cet article que les résultats de M. Cauchy sur les *vibrations tournantes* ont été confirmés par les expériences de M. Savart. Cela ne serait point exact. Le rapport constant qui existe entre les durées des vibrations tournantes et des vibrations longitudinales d'une même verge cylindrique a été déterminé par M. Poisson, dans une note lue à l'Académie le 1er octobre 1827, et imprimée à cette époque dans le Tom. XXXVI des *Annales de Physique et de Chimie*. Quelles que soient les dimensions et la matière de la verge, ce rapport est égal à $\frac{1}{2}\sqrt{10}$, ou à 1,584..., et sa valeur a été vérifiée avec une singulière précision par M. Savart. Depuis cette époque, M. Cauchy a essayé de déterminer le même rapport pour le cas d'une verge prismatique; mais son analyse n'est point exempte de difficultés, et le résultat qu'il a obtenu n'est nullement d'accord avec les expériences de M. Savart : lorsque la section de la verge est un carré, M. Cauchy trouve 1, 936 .... pour ce rapport, et M. Savart, des nombres beaucoup moindres.

ASTRONOMIE.

244. Sur le calcul des lieux géocentriques des planètes, par les éphémérides ; par le prof. Littrow. (*Mémoires de la Société astronomique de Londres ;* To. III, 2e partie, p. 145.)

Pour trouver le lieu géocentrique d'une planète par les éphémérides, il faut d'abord calculer les longitudes et latitudes héliocentriques; puis, d'après la place qu'occupe le soleil sur l'écliptique, on en déduit le lieu géocentrique de la planète; enfin on obtient l'ascension droite et la déclinaison par les formules trigonométriques. Ces diverses opérations sont longues et fastidieuses, surtout lorsqu'il faut les répéter souvent, ainsi que cela est nécessaire pour le calcul de la connaissance des temps. M. Gauss a trouvé un procédé qui est beaucoup plus favorable au but qu'on se propose. M. Littrow reprend les formules générales de ce savant astronome, et en détermine les constantes ; il convertit ensuite les formules en tables, pour

midi moyen, à Greenwich, en 1840; et comme les constantes varient très-lentement, que d'ailleurs on n'exige pas ici l'exactitude des secondes, ces tables peuvent servir pour 20 ans, tant avant qu'après leur époque. M. Littrow promet d'autres tables calculées pour l'an 1900.

Un exemple de ces opérations montre combien elles sont simples et faciles, et surtout lorsqu'on cherche à composer les éphémérides d'une année proposée. En effet elles se réduisent à tirer, d'une table solaire, des quantités X, Y et Z pour la date donnée; puis, d'une table planétaire, la longitude moyenne de la planète, et trois autres nombres x, y et z : enfin il reste à calculer les formules

$$\text{Tang. } \alpha = \frac{Y+y}{X+x}, \quad \text{Tang. } \delta = \frac{Z+z}{X+x} \cos. \alpha, \quad \rho = \frac{Z+z}{\sin. \delta},$$

dans lesquelles α, δ et ρ désignent l'ascension droite, la déclinaison géocentrique, et la distance à la terre. FRANCOEUR.

245. OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES FAITES DANS LES INDES-ORIENTALES. (*Mémoires de la Société astronomique de Londres*; Tom. III, partie 2e, p. 343.)

Cette partie des mémoires est destinée à donner les résultats de divers genres d'observations; ce travail important n'est pas susceptible d'être analysé. On y trouve

1° Des tables communiquées par M. Hodgson d'éclipses de satellites de Jupiter, observées dans l'Inde, de juillet 1795 à avril 1827.

2° Des observations à Calcutta de passages de la lune au méridien et d'étoiles de culmination lunaire, par le même, en 1826 et 1827.

3° De pareilles observations faites à l'observatoire de Bombay par M. Curnin.

4° Des observations de divers genres faites à Paramatta par M. Rumker.

5° D'autres faites à Bénarès par M. Prinsep.

6° Enfin un extrait des travaux de M. Slawinsky à Wilna. On trouve à la page 372, une nouvelle formule de réduction au solstice, par M. Rumker. Ce savant a reconnu que celle de Delambre n'avait pas assez de précision, quand le soleil culmine près du zénith. Il trouve par ses observations du solstice

d'hiver, pour l'obliquité moyenne de l'écliptique, le 1[er] janvier 1827..... 23° 27′ 43″ 98.

M. Rumker donne aussi des observations de la grande comète de 1825, faites à son observatoire de Paramatta. FRANCOEUR.

246. NOUVELLE MÉTHODE POUR DÉTERMINER LA LONGITUDE DES STATIONS ; par le capitaine D. W. GRANT. (*Transactions de la Société asiatique*; 1828, Tom XVI, p. 235.)

L'auteur suppose qu'on ait une lunette méridienne exactement orientée, et qu'on y observe les passages au méridien, de la lune et d'une étoile. La différence entre les temps moyens indiqués par un chronomètre entre ces deux passages est le temps moyen écoulé de l'un à l'autre ; corrigeant de l'accélération des fixes, on a la durée sidérale écoulée. Ajoutant l'ascension droite A de l'étoile, on a $A + t$ pour le temps sidéral du passage ou l'ascension droite du bord lunaire (il faut prendre t négatif quand l'étoile passe au méridien après la lune.)

Cela fait, on ajoute le demi-diamètre lunaire en ascension droite et en temps. On sait que r étant ce demi-diamètre en arc, D la déclinaison de la lune, cette quantité est $\frac{r}{15 \cos. D}$. Ainsi, l'ascension droite du centre de la lune, lorsque le bord est au méridien, est

$$L = A + t \pm \frac{r}{15 \cos. D}$$

on prend ce dernier terme en —, quand le bord visible est oriental.

Il est facile de calculer l'heure solaire apparente contemporaine à l'instant du passage du bord, puisqu'on sait que l'heure sidérale est alors $A + t$, et que la longitude du lieu est déjà à peu près connue. Ainsi on sait qu'à l'heure vraie T de la station, l'ascension droite du centre de la lune était L.

Mais d'un autre côté on peut obtenir, par la Connaissance des temps, l'heure T′ qui est comptée à Paris, à l'instant où la lune se trouve avoir cette ascension droite L. La longitude cherchée, en temps, est $l = T' - T$, quantité qui est négative, quand la longitude est orientale.

L'auteur fait remarquer que, dans ces observations, on peut remplacer l'étoile par le soleil, c'est-à-dire observer les passages du soleil et du bord lunaire au méridien. Et même ce pro-

cédé devient plus facile, parce qu'il est très-aisé de calculer l'heure apparente du lieu, à l'aide de l'équation du temps.

FRANCŒUR.

247. SUR LA RÉDUCTION AU VIDE DES VIBRATIONS D'UN PENDULE INVARIABLE ; par le capitaine Ed. SABINE. (*Philos. Transact.*; 1re partie, 1829, p. 209.)

Le n° 128 des *Astronomische Nachrichten* du prof. Schumacher, publié en janvier 1828, annonce que M. Bessel a trouvé inexacte la théorie d'après laquelle on a coutume de réduire les oscillations du pendule dans l'air aux oscillations correspondantes dans le vide; l'inexactitude provenait principalement de ce que, dans cette théorie, on n'a pas considéré la perte d'une partie de la force motrice par l'air mis en mouvement par le pendule dans ses vibrations.

Le Bureau des longitudes de Londres arrêta que des expériences seraient faites à ce sujet, et M. Newmann fut chargé de construire l'appareil, qui consiste en six pièces sans compter le collier de fer par lequel la suspension est établie fixement au plancher de l'appartement. Le pied de fonte, de 2 pouces d'épaisseur, est un cylindre d'un pied de hauteur et d'un pied de diamètre intérieur, ouvert à la partie supérieure, fermé à la partie inférieure par une plaque horizontale de 3 pieds de long sur 16 pouces de large, à laquelle sont attachées quatre vis pour mettre l'appareil de niveau. Un tube métallique communiquant avec une machine pneumatique est attaché à la moitié de la hauteur du cylindre, il est muni d'un robinet. Les trois autres pièces placées au-dessus sont des cylindres de verre légèrement coniques, dont les bords sont usés l'un sur l'autre. La pièce de suspension qui est placée au-dessus, est une plaque de métal ayant des trous pour recevoir les vis des plans sur lesquels sont posées les agathes destinées à recevoir le pendule : elle est entourée d'un cercle métallique bien dressé pour s'ajuster avec le cylindre et une cloche de verre qui complète l'appareil. Le cercle qui entoure la plaque de suspension contient une vis qui passe par un *stuffing box* et sert à soulever le pendule sur des fourchettes, ou à le faire reposer sur les plans. Au pied de l'appareil est attachée une tige métallique, passant aussi par un stuffing-box, et servant à mettre le pendule en mouvement.

Pour se servir de l'appareil, on place le pied que l'on assujettit fortement, on fixe un arc gradué, maintenu par une pièce de bois, de manière qu'on puisse lire les degrés avec une lunette placée à 2 pouces au-dessus des cylindres; on place alors les 3 cylindres de verre en graissant leurs surfaces, on ajuste l'appareil au moyen des vis du pied, on pose les plaques et la cloche et l'on fait le vide, et avant d'y introduire l'air on attache l'appareil avec la pièce scellée dans les murs, on ajuste alors les plans d'agathes et le pendule, on introduit dans l'appareil des thermomètres, un baromètre, et l'on replace les cloches.

L'appareil avait d'abord été monté chez M. Brown à Londres, mais on l'a établi depuis dans l'observatoire de Greenwich : le vide fut fait avec la machine pneumatique appartenant à l'Institution royale, et le gaz hydrogène nécessaire pour remplir l'appareil, dans des expériences dont il sera question plus tard, fut aussi prêté par des directeurs de cet établissement. Le baromètre employé et qui appartenait à M. Brown, comparé avec celui de l'Observatoire et de la Société royale, exigeait une correction de + 0,066, les arcs étaient mesurés en notant la coïncidence du même bord de la tige inférieure du pendule, avec les divisions.

Les nombres de vibrations dans l'air, avant et après celles dans le milieu raréfié, furent les suivantes :

	Nombre des vibrations.		pouces.
Le matin avant l'oscillation dans l'air raréfié.	85937, 54	barom.	29, 861
Le soir id.	85937, 40	barom.	29, 829
Moyenne	85937, 47		29, 845
Vibrations dans l'air raréfié réduites à la même température que celles dans l'air.	85944, 85	barom.	7, 08.

D'où il semble que la différence de 7,38 oscillations par jour correspondant à une différence de pression atmosphérique de 22, 765 jours, la température de l'air à la pression libre était 72° F, 01, et celle de l'air raréfié 72°, 5.

Les indications du thermomètre dans l'air raréfié ont été augmentées de 0° 7 pour compenser l'effet produit sur le thermomètre par la diminution de la pression : on a remarqué que quand la pompe était en mouvement, le thermomètre qui était

à 71° 4 est tombé à 70, 7, qu'il indiquait quand la pression était réduite à 7 pouces. L'inverse avait lieu quand on faisait rentrer l'air. Pour s'assurer si cet effet devait être attribué à la diminution de la pression de l'air sur l'extérieur de la boule et du tube du thermomètre, on fit l'expérience suivante. Le thermomètre étant plongé dans de la glace pilée et placée sous le récipient de la machine pneumatique, le mercure marquant exactement 32°; en faisant le vide, quand le baromètre marquait 1/2 pouce, le mercure tomba à 31° 25, et se releva à 32° en rendant l'air. Les expériences furent répétées avec le même résultat. En observant exactement les indications du thermomètre et celles du baromètre, on a trouvé les corrections suivantes. Pour le point le plus rapproché du vide, +0°, 75, pour 7 pouces + 0°70, pour 15 pouces + 0,5 et pour 20 pouces + 0°4. La justesse de ces corrections a été confirmée par les expériences faites dans le vide à Greenwich, en notant les indications comparatives du thermomètre placé dans la glace et de deux autres contenus dans un cylindre de verre hermétiquement fermé après que le vide y avait été fait. Le cylindre renfermant ces thermomètres étant suspendu dans l'appareil, ces thermomètres n'éprouvèrent pas de changement quand on fit le vide; tandis que l'autre thermomètre donna toujours des indications correspondantes avec les corrections ci-dessus, et resta toujours plus bas que les autres, jusqu'à ce qu'on rendît l'air; auquel cas ils coïncidaient.

Dans cette expérience, on a obtenu une différence de 7,38 vibrations pour une différence de pression d'air à 72° correspondante à 22,765 pouces de mercure à 32°, résultat équivalent à la réduction au vide, pour les vibrations dans une pression de 30 pouces d'air à 72°, de 9,725 vibrations par jour.

La densité du pendule étant d'environ 8,6 et le poids de l'eau à celui de l'air à 29, 67 pouces de pression et 53° de température, comme 3 à 1, et l'expansion de l'air pour chaque degré étant 1/480 de son volume, la correction pour une atmosphère de 30 pouces d'air à 72°, est de 5,88 vibrations, et la différence 3,845 vibrations par jour est le montant dont la réduction par expérience excède celles que l'on a l'habitude de faire.

Pour une nouvelle expérience on couvrit le tuyau de fonte d'un ciment de limaille de fonte et de blanc de plomb, et on

appliqua ensuite plusieurs couches de peinture à l'huile tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, et l'appareil fut attaché plus solidement, et la lunette placée à 11 pieds.

On obtint avant les vibrations dans l'air raréfié.	85950, 86	barom. 29, 404 pouc.
Après ces vibrations.	85950, 84	29, 549
Moyennne.	85950, 85	29, 431
Vibrations dans l'air raréfié réduit à la même température que dans l'air.	85959,915	1, 71

D'où l'on a une différence de 9, 065 vibrations par jour correspondant à une différence de pression de 27,721, la température de l'air non raréfié étant de 69°7 et celle de l'air raréfié de 69°09. Ce résultat équivaut à la réduction au vide pour les vibrations dans 30 pouces d'air à cette température de 9, 81 vibrations par jour; la correction pour la pression est de 5,92 vibrations.

L'appareil étant établi à l'observatoire de Greenwich, on fit les observations avec la lumière artificielle, au moyen d'une lampe d'argent dont la lumière était projetée sur le disque du pendule, au moyen d'un tuyau d'étain gris qui empêchait la diffusion de la lumière.

On obtint dans l'air avant les vibrations dans l'air raréfié.	86304, 60	barom. 29, 917 pouc.
Après les vibrations dans l'air raréfié.	86304, 18	barom. 29, 761
Moyenne.	86304, 39	29, 839
Les vibrations dans un milieu raréfié réduit à la même température que celles dans l'air.	86313, 93	

D'où il paraît qu'une différence de 9, 54 vibrations par jour correspond à une différence de pression atmosphérique de 27,459 pouces de mercure à 32°, la température de l'air à la pression ordinaire étant de 35°89 et celle de l'air raréfié de 36°5.

Dans une autre expérience on obtint:

Avant les vibrations dans l'air raréfié.	86304, 13	barom. 29, 670 pouc.

Après les vibrations dans l'air raréfié.	86303, 94	barom. 29, 787
Moyenne.	86304, 03	29, 728
Vibrations dans le milieu raréfié réduites à la même température que celles dans l'air.	86313, 20	3, 59 pouc.

D'où il résulte qu'une différence de 9,17 vibrations par jour correspond à une différence de pression de 26,138 pouces de mercure à 32° : la température de l'air à la pression ordinaire étant de 32° 37 et celle de l'air raréfié de 32° 45.

Une expérience suivante a donné:

Avant les vibrations dans le milieu raréfié.	86305, 97	barom. 29, 474 pouc.
Après les vibrations dans le milieu raréfié.	86305, 69	barom. 30, 051
Moyenne.	86305, 83	29, 762
Vibrations dans le milieu raréfié réduites à la même température que dans l'air.	86316, 21	0, 653 pouc.

Cette expérience donne une différence de 10, 38 vibrations par jour correspondant à une différene de pression de 29, 109 pouces de mercure à 32°; la température de l'air à la pression ordinaire étant de 36,4, et celle de l'air raréfié de 36,52.

Une autre expérience a donné :

Avant les vibrations dans le milieu raréfié.	86305, 69	barom. 30 051 pouc.
Après les vibrations dans le milieu raréfié.	86305, 60	barom. 30, 342
	86305, 645	30, 196
Vibrations dans le milieu raréfié réduites à la même température que dans l'air.	86311, 35	14, 116 pouc.

On a dans une expérience déterminé les vibrations dans l'air et ensuite dans l'hydrogène.

Pour ces expériences on pompa l'air de l'appareil jusqu'à ce que le baromètre marquât 0,pouces7, et on y introduisit du gaz hydrogène desséché par du chlorure de calcium jusqu'à ce

que le mercure s'élevât à 30 pouces, on fit de nouveau le vide jusque 1 p. 4, et on y introduisit de nouveau gaz, jusqu'à ce que la pression excédât de 0, 2 pour la pression de l'air.

On a obtenu :

Dans l'hydrogène.	86313, 93 barom.	30, 215 pouc.
	86314, 21 barom.	30, 170
Moyenne.	86314, 085	30, 1925
Dans l'air atmosphérique.	86305, 57	30, 193

D'où il paraîtrait que pour la même pression barométrique de 30, 193, le pendule fait 8, 515 vibrations par jour de plus dans l'hydrogène que dans l'air, la température du gaz étant à 39°32 et celle de l'air 38°1.

Le gaz hydrogène avait été obtenu par le zinc et l'acide sulfurique; examiné par M. Faraday, il ne contenait que 1/200 d'air.

En dilatant le gaz hydrogène par le moyen de la pompe pneumatique, on a obtenu :

Vibrations dans l'hydrogène.	86314, 95	bar. 30, 126 p.
dans l'hydrogène raréfié.	86316, 90	0, 872
dans l'air.	86306, 39	30, 113

D'où il résulte 1° que pour une hauteur à peu près égale de baromètre, 30,120 pour le gaz hydrogène, et 30, 113 pour l'air, le pendule fait 8,56 vibrations de plus dans l'hydrogène que dans l'air, la température du gaz étant 39°75 et celle de l'air 41°25, et 2° que le pendule fait 1,95 vibrations par jour de plus dans l'hydrogène que dans l'air, quand la hauteur est réduite à 0, 872,
que quand la pression est de.................... 30, 120.

Différence de 1,95 vibrations par jour correspondant à une différence barométrique de 29 p. 248 d'hydrogène, la température du gaz étant de 39°, 75 dans l'état comprimé et 40,72 dans l'état raréfié.

Pour prouver que l'air renfermé dans l'appareil ne présentait pas de différence avec celui de l'atmosphère, on le mit en communication avec l'air, et on obtint les résultats suivans dans trois expériences.

Dans l'air libre, série commençant. 86305, 82 bar. 29 p. 685 therm. 43°95

Finissant.	86305, 12	29	763	42,8
Moyenne.	86305, 47	29	724	43°37
Dans la cloche.	86305, 81	29	719	44,7

D'où l'on trouve un excès de 0,34 vibrations par jour dans la cloche.

Dans l'air libre, série commençant.	86306, 46 barom.	29 026 therm.	44°25
Finissant.	86306, 47	28 967	45,7
	86306, 46	28 996	44,97
Dans l'air sous les cloches.	86306, 31	28 986	45°95

D'où les vibrations sous les cloches sont en défaut de 0, 15 par jour.

Dans l'air, série commençant..	86306,53 Barom,	29,034 p. Therm.	44,7 °
— finissant.....	86306,49	29,179	42,9
moyenne............	86306,51	29,106	43,8
Dans l'air sous récipiens.....	86,306,30	29,110	44,4

d'où les vibrations sous les cloches sont en défaut de 0,21 par jour ;

on a pour moyenne :

Excès sous les cloches........	0,34
défaut......................	0,15
défaut......................	0,21
Défaut sous les cloches.....................	0,007

Résumé des résultats d'où l'on a tiré la réduction du précédent.

Expérience..	1 juin 1828, Londres.......	7,38	vibrations correspondant à	22.765	pouces de mercure à	72,61 °
	2 juillet id	9,065		27 721		69,70
	3 janvier 1829, Greenwich..	9,54		27.459		25,80
	4 id. id......	9,17		26,138		32,37
	5 id. id......	10 38		29,109		36,40
	6 id. id.	5,705		16,080		35,65
	7 février id......	10.525		30,193		38,10
	8 id. id......	10,560		30,113		41,25
	moyenne..........	9,642		26,197		45,17

D'où l'on obtient 10, 36 vibrations par jour pour la réduction au vide d'un pendule invariable vibrant dans l'air à 45°, sous la pression de 30 pouces de mercure à 32°.

Pour prouver le degré d'approximation avec lequel le résultat de chaque expérience combinée pour produire la moyenne, est représenté, le tableau suivant renferme les données observées.

			vibrations.		vibrations.		vibrations.
Expériences	1	calculées.	7,42	observées.	9,38	différence + ou — ;	+ 0,04
	2		9,08		7,065		+ 0,015
	3		9.66		9,54		+ 0 12
	4		9,26		9,17		+ 0,09
	5		10.24		10,38		— 0,14
	6		5,63		5,705		— 0,055
	7		10,575		10,525		+ 0,05
	8		10.48		10,56		— 0,08

Les résultats observés ne diffèrent du calcul que des 0,14 de vibrations et dans une seule expérience où 1/74 du total de la réduction.

La réduction calculée jusqu'ici pour les vibrations d'un pendule dans l'air à 45° à la pression de 30 pouces est de 6, 26 vibrations par jour, le retard actuel est donc de 4, 1 vibrations par jour plus grand qu'il n'a été supposé, et le rapport de la *réduction par expérience* à *celle que l'on* a prouvé erronée, est comme 1,655 à 1.

L'influence de cette correction sur les observations du pendule dans divers lieux est extrêmement petite, et ne peut influer sur les résultats obtenus dans les lieux peu élevés au-dessus du niveau de la mer; et M. Sabine pense qu'elle est tout-à-fait sans conséquence. G. de C.

PHYSIQUE.

248. Expériences sur les lois de l'écoulement de l'eau par les orifices rectangulaires verticaux a grandes dimensions, entreprises à Metz, dans les années 1827, 1828 et 1829, par MM. Poncelet et Lesbros, capitaines au corps-royal du génie, d'après les ordres de S. E. le Ministre de la Guerre et sous les auspices de M. le baron Sabatier, maréchal de camp du génie, commandant en chef l'École d'application de l'artillerie et du génie. (Extrait de l'analyse de ce travail, dont une partie a été lue à l'Académie royale des sciences, dans la séance du 16 novembre 1829, par M. Poncelet.)

M. le général Sabatier témoigna, au commencement de l'an-

née 1827, aux auteurs de ces expériences, le désir que, pour l'instruction des élèves de l'artillerie et du génie et pour l'avancement de la science, on reprît et continuât les expériences hydrauliques, autrefois entreprises à Mézières, avec tant de succès, par l'abbé Bossut et par Dubuat. MM. Poncelet et Lesbros acceptèrent avec empressement cette proposition. « J'étais alors atteint, dit M. Poncelet, d'une maladie qui ne devait pas de long-temps me permettre de prendre une part active dans ce qui concerne l'exécution matérielle des expériences; M. Lesbros consentit à s'en charger presqu'entièrement, ainsi que de la tenue du registre-journal et des calculs préliminaires que nécessitaient l'évaluation des produits d'eau, la détermination descoefficiens des formules de dépenses en usage, enfin la formation des tables détaillées qui sont jointes à nos mémoires. Ma coopération se borna donc à diriger l'ensemble du travail, à vérifier ou contrôler, sur place, quelques opérations, quelques dispositifs, et généralement à discuter avec mon collaborateur toutes les bases fondamentales, soit des calculs, soit des expériences, soit des appareils.

Il fut décidé entre nous que la critique raisonnée de tous les résultats me serait particulièrement réservée, aussi bien que l'établissement des données de calculs, des formules et discussions scientifiques qui constituent l'objet et les conclusions du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'examen de l'Académie des sciences. On doit particulièrement à M. Lesbros plusieurs perfectionnemens dans les appareils, et des dispositifs ingénieux pour faciliter les observations et atteindre un degré de précision convenable; enfin, en se guidant d'après des considérations analogues à celles que j'ai moi-même mises en usage dans le § 48 du *Mémoire sur la roue hydraulique verticale à aubes courbes,* M. Lesbros est encore parvenu à représenter, par une formule très-simple, la loi des dépressions de l'eau dans le plan des orifices en déversoir, dont il sera fait mention plus loin. »

Nous passons sous silence quelques détails dans lesquels entre M. Poncelet, pour rendre hommage aux encouragemens qui ont été accordés à ce travail, et par le gouvernement et par M. le commandant en chef de l'École d'application de Metz. « Le même motif nous fait un devoir, dit M. Poncelet, de déclarer que l'intérêt tout particulier que MM. Arago et Bergère ont

bien voulu prendre à nos expériences, a puissamment contribué à en assurer la réussite, et que nous devons aussi à M. Prost, directeur, et à M. Parnajon, ingénieur en chef des fortifications à Metz, d'avoir été extrêmement favorisés dans le choix de l'emplacement et l'établissement de l'appareil. Parmi les aides qui nous ont été utiles, nous citerons principalement MM. Schuster, Mangonnet et Pistre.

« Enfin nous croyons devoir ajouter que tous les appareils qui réclament un certain degré d'exactitude, ont été construits dans les ateliers de l'École d'application d'artillerie et du génie, par MM. Bodin et Faivre, sous la direction de MM. Aimé et Savart, dont la grande habileté doit être aux yeux de l'Académie royale des sciences, une garantie du soin apporté aux parties importantes des appareils.

Exposé succinct de l'objet et des motifs des expériences.

« On n'a point jusqu'ici manqué d'expériences bien faites sur les divers phénomènes que présentent les masses fluides en mouvement au travers des orifices ou dans les conduites; depuis Torricelli, cette matière n'a cessé d'occuper les géomètres et les physiciens les plus distingués de l'Europe; mais, parmi ces expériences, il en faut distinguer de deux espèces : les unes ont eu pour but de vérifier ou d'éclaircir quelques points de doctrine encore obscurs; les autres ont eu spécialement pour objet l'établissement de règles sûres pour la solution des questions usuelles de l'hydro-dynamique, et l'on a tâché de s'y rapprocher, le plus possible, des circonstances ordinaires de la pratique. Ce sont principalement ces dernières expériences que nous avons eues en vue; c'est à elles que se rapportent les travaux de Couplet, de Mariotte, de Bossut, de Smeaton, de Michelotti, de Dubuat, de Funck, de Brunning, de Bidone, d'Eytelwein, etc. C'est à ces expériences enfin qu'on doit une foule de connaissances utiles et des formules appropriées aux divers besoins de l'industrie et des services publics.

« Grâce à ces expériences multipliées, le mouvement uniforme de l'eau dans les canaux et les tuyaux de conduite réguliers d'une grande longueur, a pu être soumis au calcul, dans ces derniers temps, de la manière la plus heureuse et la plus satisfaisante, par MM. Girard, de Prony, Navier et Eytelwein; mais on est loin d'être aussi avancé pour ce qui concerne les

conduites d'une petite longueur et dans lesquelles le régime des eaux ne saurait parvenir à l'uniformité rigoureuse; les expériences manquent presque totalement sur cette matière, du moins quant aux canaux découverts à la partie supérieure, les plus intéressans de tous pour l'établissement des usines hydrauliques.

« Non seulement on ne connaît pas bien les lois du mouvement de l'eau dans ces dernières circonstances, mais encore on ne connaît pas avec exactitude la dépense de fluide qui se fait à la prise ou par l'orifice qui alimente le canal. Bossut affirme, d'après le résultat de quelques expériences qu'il n'a point rapportées, qu'on reçoit, à l'extrémité inférieure d'une conduite découverte, la même quantité d'eau qu'il en sortirait par la vanne d'alimentation si cette conduite était tout-à-fait enlevée et cette règle a depuis été admise par Dubuat, sans vérification préalable, pour le cas d'un orifice non recouvert par l'eau du canal; or le fait a besoin d'être vérifié sur de nouveaux frais, aussi bien que la règle proposée par Dubuat pour calculer la dépense d'une vanne quand l'eau du canal recouvre l'orifice ou la veine contractée. D'ailleurs que devient cette même règle quand la veine n'est qu'en partie recouverte par le remou qui se forme dans le canal? Voilà ce que Dubuat ni Bossut ne paraissent avoir examiné. Des incertitudes analogues ont lieu pour le cas où la prise d'eau se fait librement ou sans vanne de retenue, principalement pour les coursières ou canaux d'une petite longueur.

« Mais nos recherches n'ont pas dû se borner à ce seul point, nous avons dû aussi soumettre, sur de nouveaux *frais*, à l'expérience, le cas simple et si souvent traité de l'écoulement de l'eau au travers des orifices pratiqués en minces parois ou en parois plus ou moins épaisses. Quelle que soit, en effet, la multiplicité des expériences entreprises sur cet objet, par Mariotte, Bossut, Borda, Michelotti et par MM. Bidone et Hachette, on ne peut se dissimuler que la détermination de ce qu'on nomme improprement le *coefficient de la contraction* de la veine et qui n'est véritablement que le *coefficient de la dépense* calculée par les formules en usage, on ne peut se dissimuler, dis-je, que cette détermination laisse encore beaucoup à désirer, et pour la grandeur des dimensions des appareils, et pour la

certitude des résultats, et pour la manifestation des lois que suit ce coefficient selon les différens cas.

« Nous n'avons point mentionné dans ce qui précède les expériences en petit nombre, faites par divers ingénieurs renommés, sur l'écoulement de l'eau dans les pertuis de grandes dimensions, dont la hauteur est limitée par une vanne, et tels qu'il s'en rencontre le plus fréquemment dans la pratique; car, si, sous un certain rapport, elles sont à l'abri des reproches que nous adressons aux expériences concernant des appareils exécutés trop en petit, sous un autre, elles présentent, quant aux résultats, toute l'incertitude attachée aux observations isolées, faites dans des circonstances distinctes, par des auteurs différens et sur des appareils qui ne se prêtent point immédiatement aux évaluations rigoureuses. En effet, la grandeur même des dimensions des appareils est presque toujours un obstacle à la rectitude des conséquences, vu la nécessité de faire intervenir, dans les observations, le concours de plusieurs intelligences. Aussi pensons-nous qu'on atteindra plus avantageusement le but de toute recherche expérimentale relative aux questions usuelles de l'hydro-dynamique, en opérant sur des orifices et des réservoirs de moyennes dimensions, dont les proportions et la disposition se rapprochent convenablement de celles de la pratique, et observant ensuite, à l'aide d'expériences spéciales, la loi des variations que subissent les résultats quand on passe du petit au grand.

« Telles sont aussi les vues qui nous ont guidés dans l'établissement de notre appareil, et qui nous ont fait adopter l'orifice vertical de 20 centim. de base sur différentes hauteurs, comme point de départ de nos recherches sur l'écoulement des fluides. Quant à l'objet spécial de ces recherches, on peut le résumer en ce peu de mots : étudier, principalement pour les besoins de la pratique et à l'aide de l'expérience, les lois du mouvement de l'eau au travers des orifices rectangulaires verticaux, limités, vers la partie supérieure, par une vanne mobile : 1° dans l'hypothèse des minces parois, où l'eau s'échappant librement dans l'air, l'orifice se trouve entièrement isolé des autres faces planes, verticales et horizontales du réservoir; 2° dans l'hypothèse où l'orifice avoisine plus ou moins ces faces, d'ailleurs disposées perpendiculairement ou obliquement par

rapport à celle qui contient l'orifice; 3° dans l'hypothèse des parois épaisses, où l'eau serait immédiatement reçue dans un coursier ou canal d'une petite longueur, découvert à sa partie supérieure, et qui formerait ou non le prolongement exact des bords de l'orifice, en variant du reste les expériences suivant les autres dispositions indiquées dans le premier article; 4° enfin étudier, mais subsidiairement, les lois physiques ou mathématiques de chaque phénomène, et les causes qui produisent les écarts entre l'expérience et les formules en usage pour calculer la vitesse moyenne et la dépense.

Nous avons subdivisé la matière de nos recherches en plusieurs parties formant le sujet d'autant de mémoires séparés, que nous aurons l'honneur de présenter successivement à l'Académie royale des sciences, dans l'ordre même des opérations entreprises d'année en année.

PREMIER MÉMOIRE, *renfermant tous les résultats d'expériences relatives à l'écoulement de l'eau au travers des orifices rectangulaires verticaux de 20 cent. de base, en minces parois et complètement isolés, dans tous les sens, des faces latérales et du fond du réservoir.*

« Dans ce mémoire, accompagné de 3 feuilles de dessins grand aigle, d'un modèle de veine fluide et de XI tableaux d'expériences, nous faisons connaître tout ce qui concerne, en général, l'établissement et le dispositif des appareils; nous entrons dans tous les détails nécessaires pour bien faire apprécier le degré de soin apporté dans les opérations diverses, ainsi que le degré d'exactitude obtenu dans les résultats, et nous terminons par présenter ceux de ces résultats qui appartiennent aux expériences faites vers la fin de l'année 1827 et au commencement de l'été de 1828, sur les orifices en minces parois dont il s'agit. Ces différentes matières sont l'objet d'autant de chapitres distincts, qui, à leur tour, sont divisés et subdivisés chacun en plusieurs paragraphes et articles.

« Le premier et le deuxième chapitres, qui comprennent tout ce qui est relatif aux dispositifs de détails et d'ensemble, ainsi qu'au mode d'opérer le jaugeage, de relever les charges du fluide dans le réservoir, etc., doivent être considérés comme une introduction générale et comme une préparation indispensable à toutes les expériences que nous nous proposons d'en-

treprendre par la suite, ainsi qu'aux divers mémoires où nous en rendrons compte, et où nous n'aurons, en quelque sorte, plus qu'à exposer succinctement des résultats et des changemens de dispositifs tout-à-fait spéciaux.

« L'appareil qui a servi à l'exécution de nos premières expériences se compose 1° d'un vaste bassin approvisionnel compris dans l'enceinte même des fortifications de la ville de Metz, et dont la superficie, prise à la hauteur du niveau ordinaire des eaux dans la Moselle supérieure, ne s'élève pas à moins de 25000 mètres carrés; 2° d'un second réservoir plus petit, spélement destiné aux expériences et dont la superficie est encore d'environ 1600 mètres carrés, sur une profondeur d'eau qui peut s'élever depuis zéro jusqu'à 2^m, 70, au moyen de digues, de vannes, de canaux d'entrée et de fuite, disposés de manière à pouvoir se rendre absolument maître du niveau des eaux pendant la durée entière de chaque expérience distincte; 3° d'un bassin revêtu de 3^m, 68 de longueur sur 3 mèt. de largeur, en communication directe avec le précédent et qui est destiné à recevoir les orifices mis en expérience; 4° enfin d'un bassin de jauge capable de contenir un volume d'environ 24000 litres, et de pouvoir opérer, au besoin, sur des dépenses de fluide comparables à celles qui se font par les plus grands pertuis des usines et des écluses de navigation. Et quant aux moyens de précision mis en usage, nous devons dire que le temps a été constamment observé, depuis la reprise des opérations en 1828, avec une excellente montre à plume de Bréguet donnant les 10es de seconde, et que les hauteurs d'orifices, les charges de fluide dans le réservoir, ainsi que les hauteurs du niveau dans la jauge, relatives à chaque dépense de fluide, ont toujours été estimées jusque dans les 10es de millimètre, de manière à obtenir, lors même des circonstances les plus défavorables, un degré d'approximation qui allât au moins au 250e ou au 300e du résultat total, approximation que nous ne croyons pas avoir été, jusqu'ici, atteinte, même dans les expériences faites sur une petite échelle.

« On conçoit, du reste, de combien de précautions et de soins il nous a fallu user pour arriver, avec notre appareil, à un tel degré d'exactitude. Il nous suffira de dire ici que la seule opération de l'étalonnage du grand bassin de jauge destiné à

recueillir les dépenses, a consommé plus de deux mois entiers d'un travail assidu, non moins fastidieux que pénible, et dont l'ennui ne pouvait être compensé que par un ardent désir d'obtenir dans l'ensemble des résultats une continuité, une concordance, jusqu'ici peu communes dans ce genre de recherches, et sans lesquelles on ne doit pas espérer de faire faire quelques progrès vraiment utiles à la science de l'hydraulique.

« Le chapitre III comprend les résultats de nos expériences. Ils sont de deux espèces : les uns concernent la dépense des orifices sous différentes charges de fluide et pour différentes hauteurs des vannes ; les autres concernent la forme et les dimensions de la veine fluide jaillissant au dehors du réservoir, ainsi que les mesures de la dépression éprouvée par la surface supérieure de l'eau dans l'intérieur de ce réservoir.

« Les premiers de ces résultats forment l'objet de XI tableaux annexés à ce mémoire et embrassant dans leur ensemble 241 expériences relatives, soit aux orifices rectangulaires verticaux formés par une vanne mobile, soit aux orifices découverts par la partie supérieure ou en déversoirs. Les seconds de ces résultats sont particulièrement relatifs aux dix dernières feuilles de dessin et au modèle en relief que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. Ces feuilles comprennent 1° 9 profils transversaux cotés dans toutes les parties, 3 élévations ou projections dans lesquelles on a représenté, à l'aide de tranches horizontales et verticales équidistantes, la forme de la veine fluide donnée en grandeur naturelle par le modèle, et jaillissant au dehors de l'orifice carré vertical de 20 centim. de côté, sous une charge moyenne de $1^m,78$ prise au-dessus de sa base inférieure ; 2° 13 coupes transversales ou longitudinales des veines fluides jaillissant, de l'orifice en déversoir de 20 cent. de largeur, sous des charges totales de 180, 131, 72 et 39 millimètres de hauteur au-dessus de la base.

« On observera que ces différentes figures, sauf celles qui représentent la veine coupée par tranches, ont été construites, comme le modèle, sur une échelle de grandeur naturelle et avec un degré de précision qui n'avait pu jusqu'ici être apporté aux opérations de ce genre, attendu la nature des moyens employés et la petitesse des dimensions des veines mises en expérience. Pour le modèle, entre autres, qui a été construit à l'aide

de 10 sections transversales de la veine fluide, nous pouvons en garantir l'exactitude jusque dans les millimètres pour les parties saillantes des nappes, et jusqu'à $\frac{1}{2}$ millimètre pour les parties rentrantes, et pour celles qui avoisinent l'orifice à moins de 35 centimètres.

« Les résultats des opérations géométriques nous ont de plus permis de déterminer, 1° les aires des différentes sections de la veine horizontale sortant de l'orifice carré ci-dessus, ce qui a donné lieu à la formation d'une nouvelle table comprise dans le texte du mémoire, et où se trouvent les différentes contractions éprouvées par cette veine aux divers points de sa longueur. La table dont il s'agit nous a naturellement conduits à déterminer la valeur et la position de la section *de plus grande contraction*, question intéressante et qui a fait l'objet des recherches d'un grand nombre d'habiles physiciens et géomètres, à compter de l'illustre Newton, mais qui n'avait, je le répète, jamais été aussi rigoureusement traitée (1); 2° ces mêmes opérations géométriques nous ont encore permis de déterminer, pour chaque cas, la dépression *maxima* éprouvée par cette surface dans le plan même des orifices découverts ou en déversoirs. Ces dépressions, qui forment l'objet de deux tables distinctes, nous étaient nécessaires pour la formation des XI tableaux de dépenses mentionnées ci-dessus, et notamment pour établir le calcul et la comparaison des dépenses effectives et des dépenses données par les formules en usage; soit qu'on mesure les charges de fluide immédiatement contre la paroi de l'orifice, ainsi que cela se fait souvent en pratique, soit qu'on les mesure

(1) Depuis la rédaction de notre mémoire nous avons eu connaissance des recherches de Brunacci sur la forme des veines fluides jaillissant par un orifice carré vertical de 296 milliamètres de côté, et où ce physicien distingué a employé des moyens de précision analogues à ceux dont nous auons nous-mêmes fait usage; mais les figures qu'on trouve dans le journal italien de Brugnatelli, intitulé: *Giornale de Fisica* (Tom. I, p. 385, 1808), sont dessinées sur une fort petite échelle, et présentent quelques légères différences avec celles qui résultent de nos propres mesures; en outre, Brunacci n'a point déterminé les aires de ses sections, ni la grandeur de la plus forte contraction; ce qui est d'autant plus regrettable, qu'on arrive ici à des résultats qui paraissent être en contradiction avec ceux qui ont été obtenus pour les veines des orifices circulaires.

à une distance en amont, telle que le mouvement y soit pour ainsi dire insensible et le fluide en repos, distinction nécessaire à établir dans l'application des formules, puisqu'on est conduit à des résultats très-différens pour les petites charges de fluide, selon qu'on adopte l'une ou l'autre de ces deux manières de relever le niveau.

« Voici maintenant quelques-unes des conséquences qui ressortent naturellement de nos expériences.

« Les tableaux concernant la dépense des orifices rectangules verticaux en minces parois, très-petits par rapport aux dimensions propres du réservoir, et limités par une vanne mince dans la partie supérieure, nous apprennent de suite, en consultant les colonnes relatives aux coefficiens de la formule connue (qui donne la dépense du fluide dans l'hypothèse d'un orifice de dimensions verticales finies, et où la charge sur le centre serait mesurée fort en avant dans l'intérieur *du réservoir),* 1° que pour l'orifice carré de 20 cent. de côté, le coefficient qui est environ 0,600, lors des fortes charges, augmente insensiblement à mesure que la charge diminue jusqu'à acquérir une valeur de 0,605 pour une charge d'environ 4 à 5 fois l'ouverture de l'orifice, puis diminue de nouveau, passé ce terme, et diminue même très-rapidement aux environs des très-petites charges sur le sommet, pour lesquelles il se trouve réduit à environ 0,593.

2° Que, pour les orifices de 10 et de 5 centimètres d'ouverture, la même loi s'observe encore, si ce n'est que le coefficient, relatifs aux charges *maxima,* moyenne et *minima* ci-dessus du fluide, est respectivement 0,611, 0,618 *et* 0,611 pour l'orifice de 10 centim. de hauteur, et 0,618, 0,631, 0,623 pour l'orifice de 5 centimètres.

3° Que, pour les orifices de 3, de 2 et de 1 centimètre, la loi change brusquement de nature, de telle sorte que les coefficens de contraction vont continuellement en augmentant à partir des plus fortes charges, et augmentent d'une manière d'autant plus rapide que l'ouverture de l'orifice est moindre; en outre, on observe, dans ce dernier cas, que les valeurs absolues des coefficiens sont aussi, à charges égales, d'autant plus fortes que l'orifice a moins de hauteur: ainsi, par exemple, pour l'orifice de 1 centimètre d'ouverture, le coefficient qui est environ 0,620 pour la plus forte charge, augmente conti-

nuellement jusqu'à devenir 0,698 pour la plus petite, tandis que pour l'orifice de 2 centim., le coefficient ne varie qu'entre 0, 622 et 0, 668, et entre 0, 623 et 0, 640 pour celui de 3 centim.

« Ces résultats paraissent, à la première vue, être en désaccord avec ceux qui ont été obtenus par M. Bidone et par d'autres observateurs habiles qui ont fait des expériences sur les orifices verticaux rectangulaires ou carrés; mais, en ayant soin de tenir compte de la différence des dimensions et des dispositifs des appareils, en ne consultant pour la grandeur des orifices, que leur ouverture ou hauteur verticale absolue, et, pour la grandeur des charges, que leur rapport avec cette même ouverture, on trouve que presque tous les résultats dont il s'agit viennent se fondre, pour ainsidire, parfaitement dans ceux bue nous avons nous-mêmes obtenus.

« *Maintenant, si l'on trace, comme nous l'avons fait*, des courbes ayant pour abcisses les charges absolues sur le centre de chaque orifice, et pour ordonnées les coefficiens qui leur correspondent respectivement dans nos tables, on obtient des lignes parfaitement continues, et l'on arrive à des conséquences analogues à celles que nous venons d'énoncer; c'est-à-dire que les courbes relatives aux orifices de 20, 10 et 5 centim. d'ouverture présentent leur concavité à l'axe des abcisses, et ont une ordonnée *maxima*, tandis que, pour celles des orifices de 3, 2, et un centim., le point du *maximum* ou le sommet est remplacé par un point d'inflexion qui semble constituer, de ces dernières courbes, une classe entièrement distincte et assujettie à une loi plus compliquée; mais nous ne pouvons ici entrer dans cette discussion, et il nous suffit d'avoir signalé l'espèce de changement brusque qui s'opère vers l'orifice de 4 cent. d'ouverture, dans la loi des dépenses et pour des circonstances en apparance entièrement identiques.

Nous avons peu de chose à dire sur la dépense des orifices découverts ou en déversoirs, attendu que ce cas est celui de tous qui a été le mieux étudié par les physiciens, et qu'il offre aussi moins de combinaisons possibles dans les données essentielles. Nous nous contenterons de remarquer :

1° Que le coefficient que nous avons obtenu pour la formule ordinaire $l\,h\sqrt{2\,g\,h}$ employée par Dubuat dans ses *Principes*

d'hydraulique, et qui, je crois, est due à Daniel Bernouilli, que ce coefficient, dis-je, va sans cesse en augmentant à partir de la charge totale de 21 cent. sur la base de l'orifice pour laquelle il est 0, 389, jusqu'à la charge de 2 cent. pour laquelle il devient 0, 415, sans que l'écoulement ait cessé de se faire comme en mince paroi; ce qui s'accorde avec les meilleurs des résultats antérieurement connus, et ce qui prouve qu'on peut, sans inconvénient, adopter avec M. Bidone (1) le coefficient moyen 0,400 ou 0,405, pour calculer la dépense des déversoirs en minces parois et isolés des faces latérales et du fond du réservoir dans lequel l'eau est de plus censée sans aucun mouvement sensible.

2° Que les lois ici obtenues pour les dépenses s'accordent parfaitement bien avec celles qui concernent les orifices limités vers la partie supérieure, par une vanne mince, en ce sens, que si l'on considère, pour ces derniers orifices, *l'instant où* le fluide est sur le point d'abandonner leur sommet, on arrive à des résultats qui peuvent se classer indistinctement, soit parmi ceux qui appartiennent en propre à ces orifices, soit parmi ceux qui se rapportent spécialement au cas des déversions où la surface supérieure du fluide devient tout-à-fait libre, de sorte que la loi de continuité subsiste, et qu'on arrive à des coefficiens presque identiques en adoptant dans les deux cas la même formule pour calculer la dépense.

« Nous ne sommes parvenus à cette dernière conséquence qu'en étudiant avec beaucoup de soin le point de partage entre les orifices fermés ou découverts, et en relevant avec exactitude les dépressions qui se forment à la surface supérieure *du fluide*, immédiatement en avant ou dans le plan même de ces orifices. Or, cette recherche nous a conduits, pour le cas des déversoirs, à une loi très-simple et très-exacte entre *les charges moyennes* du fluide dans le plan dont il s'agit et les *charges totales* mesurées fort en avant dans l'intérieur du réservoir, formule qu'il serait trop long de rapporter ici et qui offre ce caractère très-remarquable, qu'elle satisfait pleinement aux deux limites du phénomène, c'est-à-dire au cas où la charge totale est infinie, et à celui où cette charge ne suffit plus pour produire l'écoulement et pour vaincre les forces d'adhésion qui re-

(1) Mémoires de l'Académie de Turin, Tom. XXII, p. 281 et suiv.

tiennent le fluide contre la paroi inférieure de l'orifice. La même loi, étendue d'une manière convenable, comprend d'ailleurs les résultats analogues des opérations géométriques faites en 1824 par M. Bidone (Voy. les Mém. de Turin déjà cités) sur les orifices en déversoirs, ce qui est une preuve de plus de son exactitude et de sa généralité.

« Nous n'ajouterons plus qu'un mot à cette courte analyse, relativement aux dimensions de la veine fluide jaillissant par l'orifice carré de 20 cent. de côté, et dont le modèle est sous les yeux de l'Académie : la table dont nous avons parlé précédemment, indique que la plus forte contraction s'opère à une distance d'environ 30 cent. du plan de l'orifice, c'est-à-dire d'une fois et demie sa longueur, conformément à ce qu'on savait déjà ; elle donne, de plus, pour l'aire de la section en cet endroit, 225,06 centimètres carrés, dont le rapport à l'aire de l'orifice est, à très-peu-près, $\frac{225}{400}$ ou $(\frac{3}{4})^2$; c'est-à-dire que le côté de la section de plus forte contraction, considérée comme un véritable carré, serait exactement les $\frac{3}{4}$ de celui de l'orifice. Le rapport $(\frac{3}{4})^2$ ou 0,5625 étant de beaucoup inférieur à la valeur du coefficient 0,605 relatif à la contraction de la dépense donnée par la formule, présente, comme on voit, une contradiction véritable avec le résultat déjà obtenu par d'autres observations, notamment pour les orifices circulaires, et il semble prouver qu'il n'y a point de comparaison certaine à établir entre les vitesses moyennes théoriques ou calculées par les formules en usage, et les vitesses moyennes effectives conclues de la dépense, et considérées dans la section de plus forte contraction.

« Nous terminerons ici cette analyse rapide où il nous est échappé beaucoup de choses importantes et sur lesquelles il eût été trop long d'insister. »

249. Exposé des recherches faites par ordre de l'Académie royale des sciences pour déterminer les forces élastiques de la vapeur d'eau à de hautes températures.

Le gouvernement ayant résolu de soumettre les chaudières des machines à vapeur à des épreuves préalables, et d'assujettir leur emploi à certaines mesures de sûreté, consulta l'Académie de sciences sur les moyens qui, sans entraver le développement

de l'industrie, seraient les plus propres à prévenir les accidens funestes que peut occasioner l'explosion des chaudières.

Une ordonnance royale prescrivit comme obligatoires les mesures de sûreté proposées par l'Académie, et qui consistaient :

1° Dans l'essai préalable de la résistance des chaudières destinées à supporter un effort intérieur de plus de deux atmosphères;

2° Dans l'application d'une soupape grillée chargée d'un poids convenablement déterminé et qui ne peut pas être dépassé;

3° Enfin, dans la construction d'un mur d'enceinte ayant pour objet d'amortir les effets des explosions que l'on n'aurait pu éviter. Mais à ces précautions l'ordonnance en ajoute une autre qui avait été proposée (au conseil d'état, si nous ne nous trompons) par des personnes étrangères à l'Académie; cette précaution consistait dans l'emploi de rondelles métalliques fusibles à des températures qui surpassent de 10 à 20 degrés les températures correspondantes à l'élasticité de la vapeur dans le travail habituel de chaque machine.

L'exécution de ce dernier article suppose, comme on voit, la connaissance des températures qui correspondent aux tensions de la vapeur supérieures à une atmosphère. Or, la science ne possédait pas alors cette connaissance, et les ingénieurs chargés de surveiller la construction des machines n'avaient pour se guider que quelques mesures assez discordantes sur les températures qui correspondaient à une élasticité inférieure à huit atmosphères. Pour les pressions plus fortes, on n'avait aucun résultat d'expériences directes, ni aucune théorie qui pût y suppléer. L'autorité, informée de l'obstacle qui s'opposait à l'exécution entière de l'ordonnance, s'adressa de nouveau à l'Académie.

Tout ce que put faire l'Académie, avec les connaissances qu'on possédait alors, fut de dresser pour l'administration une table qui donnait les températures correspondantes aux différentes pressions de la vapeur, mais seulement pour les cas où ces pressions étaient inférieures à huit atmosphères. Cette table, qui ne fut présentée que comme provisoire, ne reposait pas sur des expériences directes, mais avait été seulement déduite par interpolation de toutes les expériences qui paraissaient mériter le plus de confiance, soit par l'habileté des observateurs, soit par la nature des méthodes d'observation.

Pour aller au-delà de huit atmosphères, et même pour ne conserver aucun doute sur les nombres compris dans les limites de la table, il fallait se livrer à des recherches expérimentales, longues, pénibles et dispendieuses.

Le gouvernement engagea l'Académie à entreprendre ce travail, qui fut renvoyé à une Commission, dont la composition a subi quelques changemens pendant la longue durée de son existence; elle est restée définitivement formée de messieurs Dulong, Arago, de Prony, Ampère et Girard.

M. Dulong, qui a déjà enrichi la science de travaux si importans sur les gaz et les vapeurs, a été plus particulièrement chargé de la construction des appareils et de la direction des expériences.

M. Arago a coopéré aussi au travail de son collègue, et a fait conjointement avec lui un grand nombre d'expériences.

La tâche acceptée par ces deux savans, outre les soins assidus et l'habileté qu'elle exigeait pour être remplie d'une manière convenable, les exposait aux plus grands dangers.

L'ordonnance royale n'apportant avec juste raison aucune limite à la force élastique qu'on peut mettre en jeu dans les machines, les expériences devaient être assez étendues pour donner d'avance les températures correspondantes aux pressions les plus fortes qui puissent être employées dans les arts. MM. Dulong et Arago résolurent d'étendre leurs expériences jusqu'à des pressions de vingt atmosphères au moins. Ils ont été jusqu'à vingt-quatre, et tous les mécaniciens apprécieront le courage qu'il a fallu à nos savans pour faire des observations si longues et si nombreuses près d'une chaudière où une pareille force était comprimée.

La Commission désirant donner à son travail toute la perfection que comporte et que réclame l'état actuel de la science, présumant d'ailleurs qu'on ne trouverait de long-temps l'occasion de recommencer et d'étendre aussi loin les observations du genre de celles dont elle était chargée, rejeta comme inexact le procédé qui consiste à évaluer la force élastique de la vapeur à l'aide d'une soupape chargée de poids, et résolut, malgré la difficulté d'une pareille entreprise, de recourir à la mesure directe de la colonne de mercure qui ferait équilibre à l'élasticité de la vapeur.

Lorsque cette élasticité n'excède pas un petit nombre d'at-

mosphères, la mesure immédiate de la colonne liquide qu'elle peut supporter ne présente aucune difficulté; mais dans ce cas, comme il s'agissait d'évaluer des pressions de vingt à trente atmosphères, on avait à soutenir dans un tube une colonne de mercure de 70 à 80 pieds d'élévation, et il fallait que ce tube fût de verre, pour être facilement observable sur tous les points.

On conçoit que l'élévation d'une pareille colonne présentait de grandes difficultés; qu'il n'était même pas facile de trouver un lieu où on pût la placer convenablement et de manière à ce qu'elle pût être observée facilement sur tous les points de la hauteur. La tour carrée, connue sous le nom de tour de Clovis, seul reste de l'ancienne église Sainte-Geneviève, parut présenter à-peu-près toutes les conditions convenables, et les apreils y furent dressés après autorisation valable de l'administration des bâtimens.

La colonne de verre fut construite à Choisy-le-Roi, dans la manufacture de MM. Thibaudeau et Bontemps; elle était composée de treize tubes de cristal, de 2 mètres de longueur, 5 millimètres de diamètre et autant d'épaisseur. Pour éviter que le poids des parties supérieures n'écrasât les parties inférieures, on avait placé des contrepoids qui soutenaient les différentes parties du tube, et les empêchaient de peser sur celles qui se trouvaient au-dessus d'elles.

Cet énorme tube une fois construit, l'appareil aurait pu se réduire à deux parties essentielles. Une chaudière destinée à fournir la vapeur et un tube de verre employé à soutenir la colonne mercurielle; mais il était à craindre que l'augmentation trop rapide de la puissance de la vapeur, et surtout la diminution instantanée qui devait suivre l'ouverture de la soupape de sûreté, n'occasionassent des chocs analogues à ceux du bélier hydraulique, ce qui aurait pu compromettre les parties les plus fragiles et entraîner l'effusion et la perte d'une masse considérable de mercure. La prudence commandait de se mettre à l'abri de cet accident.

Pour l'éviter, on résolut de ne pas mettre la colonne de mercure immédiatement en rapport avec la vapeur, mais de se servir d'un instrument intermédiaire, d'une espèce de manomètre, qui donnât exactement les mêmes indications que la colonne de mercure elle-même, sans exposer aux mêmes inconvéniens

Les opérations relatives à la mesure de la tension de la va

peur furent donc précédées d'une opération préliminaire qui consistait à s'assurer exactement du degré d'élasticité qu'acquiert l'air dont le volume était réduit dans une proportion déterminée. Une masse d'air déterminée fut donc soumise à des pressions successivement croissantes depuis une jusqu'à vingt-quatre atmosphères. On nota avec exactitude le volume qui correspondait à chacune de ces pressions, et dès-lors on put substituer à la colonne si embarrassante de mercure, cette masse d'air dont les différens volumes représentaient avec la plus parfaite exactitude des poids déterminés.

Cette opération préliminaire qui, par suite de circonstances locales, est devenue plus tard d'une nécessité absolue, a permis de plus de vérifier exactement l'une des lois les plus utiles de physique, celle qu'on connaît sous le nom de *loi de Mariotte*.

D'après cette loi, les gaz doivent se comprimer toujours d'une manière proportionnelle à l'intensité de la force qui presse sur eux. Cette loi a été vérifiée directement dans de certaines limites, mais elle n'avait été jusqu'ici étendue que par induction aux pressions élevées. Quelques physiciens avaient même annoncé qu'elle ne se manifestait plus à ces pressions. Boyle et Musschenbroeck croyaient l'avoir vu se démentir même au-dessous de quatre atmosphères. Ils avaient trouvé sous cette pression l'élasticité plus forte que ne le supposait la loi.

Les expériences dans lesquelles l'air a été soumis à des pressions qui surpassent quatre atmosphères sont fort rares. Il en a pourtant été fait en Angleterre et en Allemagne par Sulzer d'une part et de l'autre par Robison. Ces deux physiciens ayant employé des pressions de huit atmosphères, trouvèrent chacun de leur côté que la loi de Mariotte ne s'appliquait plus à cette pression, et que l'élasticité de l'air, au lieu d'être huit fois plus forte que celle de l'air ordinaire, n'était que de six, huit; par conséquent qu'elle était moins forte que ne le supposait la loi. Ce qu'il y a de singulier dans les résultats erronnés de ces deux observateurs, c'est l'accord parfait qu'ils présentent, puisqu'ils sont tous deux arrivés positivement aux mêmes nombres.

M. OErsted avait fait connaître, de son côté, des expériences qu'il avait faites conjointement avec le capitaine Suensson, et dans lesquelles il avait confirmé la loi de Mariotte jusqu'à 8 atmosphères. Ces physiciens avaient même étendu leurs observa-

tions jusqu'à 60 atmosphères, mais en déterminant les pressions par les poids nécessaires pour vaincre la résistance d'une soupape, procédé qui ne peut inspirer aucune confiance.

L'ensemble des résultats obtenus jusqu'ici sur l'augmentation de l'élasticité de l'air comprimé était donc de nature à laisser des doutes sur le maintien de la loi de Mariotte pour les hautes pressions de 4 à 8 atmosphères. Cette loi était douteuse, et au-delà de 8 atmosphères rien n'établissait son existence.

Le tableau dressé par les commissaires présente les résultats de 39 experiences faites sur la même masse d'air, soumises à des pressions comprises depuis 1 jusqu'à 27 atmosphères. Tous ces résultats s'accordent avec la loi de Mariotte.

On peut donc regarder la loi de compression de l'air atmosphérique comme étant vérifiée directement jusqu'à 27 atmosphères; et l'on pourrait sans doute en reculer beaucoup les limites sans erreur notable.

Tous les gaz obéissent-ils à la même loi de Mariotte? On peut regarder comme très-probable que tous ceux qu'on appelle *permanens* se comportent, quand ils sont soumis à des pressions quelconques, comme l'air atmosphérique; cependant il eût été important de vérifier par l'expérience s'il en est réellement ainsi. Nos physiciens auraient vivement désiré faire cette vérification, mais ils ont été arrêtés par un obstacle qu'il est pénible d'avoir à signaler. « Notre intention, dit M. Dulong, était de profiter de notre appareil pour soumettre à l'observation deux ou trois espèces de fluides élastiques; mais nous devions avant tout compléter les recherches demandées par le gouvernement, et lorsque celles-ci furent terminées, il nous fut impossible d'obtenir de l'administration des bâtimens civils la jouissance du local où notre appareil de compression était établi; cette circonstance est d'autant plus fâcheuse que nous aurions pu achever d'éclaircir ce point important de la mécanique des gaz, sans augmentation de dépense et en très-peu de temps, tandis qu'il faudrait maintenant une dépense considérable et plusieurs mois de travaux pénibles pour reprendre ce sujet où nous l'avions laissé. »

Détermination de la force élastique de la vapeur d'eau.

Les expérimentateurs s'étant procuré, comme nous venons de le voir, un manomètre à l'aide duquel ils pouvaient connaître la pression exercée par la vapeur avec une exactitude égale

à celle qu'auraient pu donner les expériences faites directement sur le mercure, il suffisait de faire communiquer une chaudière avec le réservoir de ce manomètre pour achever de résoudre le problème. On avait, en suivant cette marche, l'avantage considérable d'éviter, les inconvéniens déjà signalés des grandes oscillations de la colonne métallique, et l'appareil avait été disposé de manière qu'on pût substituer une chaudière à vapeur à la pompe de compression, sans déranger aucune autre pièce.

Mais les nouvelles expériences qu'allaient tenter nos physiciens devaient être faites sur la vapeur soumise aux plus fortes pressions. Des explosions terribles étaient à craindre, et la moindre explosion aurait pu entraîner l'écroulement des trois voûtes, dont l'état de délabrement faisait même craindre une chûte spontanée.

Dans la crainte d'un pareil accident, qui aurait pu compromettre les bâtimens environnans, notamment ceux du collége de Henri IV, les commissaires se déterminèrent à faire les expériences sur la vapeur d'eau dans une des cours de l'Observatoire. Il fallut donc y transporter le manomètre sans le séparer du réservoir en fonte auquel il était adapté, afin que les indications de l'instrument fussent identiques avec les premières. Cette translation n'était pas sans difficulté, à cause du poids énorme de l'ensemble et des grandes dimensions du tube à air. Cependant, par des précautions multipliées, ils réussirent à l'opérer en conservant la même masse d'air qui existait primitivement dans le tube. Ce point important a été soigneusement vérifié, et aucun doute ne peut rester sous ce rapport sur l'exactitude des expériences faites à l'Observatoire.

La mesure exacte des températures élevées de la vapeur exige des précautions dont l'oubli a entraîné quelques observateurs dans des erreurs considérables.

La première précaution consiste à tenir compte du refroidissement produit par l'air atmosphérique sur la partie du thermomètre qui reste placée au-dehors de la chaudière. On ne peut le faire avec exactitude qu'en tenant la totalité de cette partie à une température constante, et c'est ce qu'on a fait.

La seconde à ne pas exposer immédiatement à la pression de la vapeur le thermomètre qui sert à en évaluer la température, surtout quand cette pression est très-forte, car lors même qu'on trouverait un thermomètre qui pût la supporter sans en être

brisé, il éprouverait certainement une compression qui tendrait à élever la colonne de mercure par un effet indépendant de la chaleur et produirait ainsi une cause d'erreur dont il serait très-embarrassant de tenir compte. Pour obvier à cet inconvénient que n'avait aperçu jusqu'ici aucun observateur, on plaça les thermomètres dans l'intérieur de canons de fusil remplis de mercure, fermés par un bout et amincis au point de ne conserver que la résistance nécessaire pour n'être pas écrasés; l'un descendait jusqu'au fond de la chaudière, l'autre était maintenu quelques pouces au-dessus de l'eau liquide.

Le thermomètre le plus court servait à donner la température de la vapeur, et le plus long celle de l'eau qui conservait encore la forme liquide.

Les connaissances acquises sur les forces élastiques de la vapeur d'eau, à de hautes pressions, se bornaient, comme nous l'avons déjà dit, à très-peu de chose, à l'époque où *la Commission* commença ses travaux.

Au-dessous de huit atmosphères on possédait, il est vrai, quelques résultats auxquels on pouvait se fier. Ce qui le prouve, c'est que les nombres contenus dans la table provisoire présentée par l'Académie se sont trouvés d'une exactitude suffisante.

Au-delà de huit atmosphères, nous ne possédions qu'un seul nombre obtenu en Angleterre, et communiqué à M. Clément par M. Perkins; mais ce nombre s'est trouvé tout-à-fait erronné. D'après le célèbre ingénieur anglais, à 215 degrés centigrades, la force de la vapeur eût été de 35 atmosphères, tandis qu'elle n'est réellement que de 20. « N'ayant, dit M. le rapporteur, aucun renseignement sur le mode d'*observation* suivi par l'auteur, nous ne pouvons nous expliquer comment il a pu se tromper de 15 atmosphères sur l'élasticité, ou de 30 degrés sur la température; car la multiplicité et la progression régulière de nos résultats ne permettent pas de supposer que l'erreur soit de notre côté. »

L'Allemagne était plus avancée que l'Angleterre pour les résultats dont il est question. M. Arzberger, professeur à Vienne, avait fait des expériences qu'il avait poussées jusqu'à 20 atmosphères. Mais nos académiciens n'ont eu connaissance de ses travaux que depuis fort peu de temps; c'était à l'aide d'une soupape à leviers que ce savant avait mesuré l'élasticité de la vapeur. Ce procédé ne peut jamais conduire à une exactitude sembla-

ble à celle qu'a donnée la mesure directe adoptée par MM. Dulong et Arago. Cependant M. Arzberger avait corrigé d'une manière très-ingénieuse ce qu'il peut avoir de défectueux. Il avait eu en particulier l'heureuse idée de se servir d'une soupape sphérique d'acier reposant sur le contour d'un orifice circulaire pratiqué dans une autre pièce de même matière (1).

Il est probable qu'à l'aide de ce procédé, l'habile observateur est parvenu à évaluer la force des machines avec assez d'exactitude, mais c'est dans l'évaluation de la température de la valeur qu'il s'est trompé. Il a négligé, en effet, deux précautions indispensables dans cette opération; celle de soustraire à la pression de la vapeur le thermomètre qu'il plongeait dans la chaudière, et celle de tenir compte du refroidissement produit par la partie de ce thermomètre qui restait en-dehors.

Ces deux causes agissaient, il est vrai, en sens contraire, mais leurs effets ne pouvaient se compenser parfaitement pour les hautes températures, surtout la première était de beaucoup la plus forte. Tout porte donc à croire que c'est en évaluant trop haut les hautes températures que le professeur de Vienne s'est trompé. Ainsi M. Arzberger pense qu'à une élasticité de vingt atmosphères correspondait une température de 222 degrés 6 dixièmes, tandis que les expériences de M. Dulong donnent pour cette dernière 215 degrés.

Une température de 222 degrés produirait une élasticité de 23 atmosphères, mais, comme nous l'avons dit, il est à croire que la pression était réellement de vingt atmosphères, et que c'est sur l'évaluation de la température que doit être faite la correction.

L'erreur des résultats de M. Arzberger s'affaiblit à mesure qu'ils s'appliquent à des pressions plus faibles.

La loi physique qui exprimerait exactement la force élastique de la vapeur en fonction de la température, ne se manifeste pas plus sur les observations de la Commission que sur celles que l'on possédait déjà dans la partie inférieure de l'échelle thermométrique; on n'y parviendra sans doute que par des considérations théoriques, et lorsqu'on connaîtra les densités qui correspondent à ces divers degrés d'élasticité. En attendant, on a cherché une formule d'interpolation propre à faire connaître

(1) C'est par une citation du *Bulletin* que M. Dulong a eu connaissance du mémoire de M. Arzberger, inséré dans les *Annal. de l'Institut polythecnique de Vienne*, travail qui était resté inconnu aux savans français et anglais.

les forces élastiques pour un point quelconque de l'échelle thermométrique. Un grand nombre de formules propres à remplir cet objet avaient été proposées; aucune n'a soutenu l'épreuve de l'application à de hautes pressions. Les commissaires se sont arrêtés à la suivante :

$$e = (1 + 0{,}7153\, t)^5.$$

e est l'élasticité; t l'excès de température sur 100 degrés, en prenant pour unité cent degrés du thèrmomètre centigrade.

Cette formule représente assez exactement tous les résultats fournis par l'expérience jusqu'à 24 atmosphères. Le plus grand écart auquel conduise son application s'observe à la pression de huit atmosphères; il est alors de 0,9 de degré centigrade.

Quant aux températures qui correspondent aux pressions supérieures à 24 atmosphères, la formule précédente les donne d'autant plus facilement, qu'elle a été calculée sur la plus élevée des pressions observées. La confiance qu'elle inspire à MM. les commissaires est telle, qu'ils sont convaincus qu'à 50 atmosphères l'erreur ne serait pas de 0,1 de degré centigrade.

Les températures pour les pressions supérieures à 24 atmosphères ont été calculées jusqu'à 50, mais seulement de 5 en 5.

Nous donnons ici la série des nombres extraits du tableau présenté à l'Académie.

TABLE des forces élastiques de la vapeur d'eau à des températures correspondantes de une à vingt-quatre atmosphères, d'après l'observation, et de 24 à 25 atmosphères, d'après le calcul.

ÉLASTICITÉ de la vapeur en prenant la pression de l'atmosphère pour unité.	TEMPÉRATURES correspondantes données par le thermomètre centigrade.
1	100
1 1/2	112,2
2	121,4
2 1/2	128,8
3	131,1
3 1/2	140,6
4	145,4
4 1/2	149,6
5	153,8
5 1/2	156,8
6	160,2
6 1/2	163.48
7	166,5
7 1/2	169,37
8	172,2
9	177,1

10	181,6
11	186,3
12	190,0
13	193,7
14	197,19
15	200,48
16	203,60
17	206,57
18	209,4
19	212,2
20	214,7
21	217,2
22	219,6
23	221,9
24	224,2
25	226,3
30	236,2
35	244,85
40	252,55
45	259,52
50	265,89

250. **Mémoire sur un nouvel Opsiomètre**; par M. Lehot. (*Annal. des sciences d'observat.*; Tom. II, n° 3, juin 1829.)

»Cet instrument est fondé sur un fait connu depuis long-temps; car on trouve décrite, dans plusieurs ouvrages sur l'optique, l'apparence que présente une ligne droite placée près de l'œil et dans la direction de son axe; mais on n'avait point tiré parti de ce phénomène pour faire un instrument commode avec lequel on pût mesurer l'étendue de la vue et donner la longueur du foyer des verres propres à la corriger.

Ce nouvel opsiomètre est composé d'une règle de 80 centimètres de longueur et de 5 de largeur. Au milieu de cette règle qui est couverte de velours noir, on tend, dans le sens de sa longueur, un fil de soie blanche. Le long de cette règle, et à 3 millim. de distance, est fixée une tringle de bois graduée en centimètres. Sur cette tringle glissent 4 boîtes de cuivre fendues à leur partie inférieure pour glisser à frottement sur la règle. Ces boîtes portent des index qui aboutissent au milieu de la règle et de petits appendices de cuivre, divisés en millimètres, qui permettent d'estimer la distance de l'index au zéro de l'échelle.

La règle et la tringle de bois sont ajustées dans deux socles dont l'un porte un anneau de 15 millim. de diamètre, dont le plan est perpendiculaire à la règle, et dont le centre, placé à 35 millim. au-dessus, correspond au fil de soie. A deux centimètres de distance de cet anneau est fixée une planche mince d'envi-

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

250. Mémoire [illegible]

(*Annal. des sciences* [illegible])

»Cet instrument est fondé [illegible]

car on trouve décrite [illegible]

l'apparence que présente [illegible]

et dans la direction de [illegible]

de ce phénomène pour [illegible]

quel on pût mesurer l'étendue [illegible]

du foyer des verres propres à [illegible]

Ce nouvel opsiomètre est [illegible]

mètres de longueur et de 5 [illegible]

qui est couverte de velours [illegible]

longueur, un fil de soie blanche [illegible]

millim. de distance, est fixée une tringle [illegible]

centimètres. Sur cette tringle glissent [illegible]

à leur partie inférieure pour glisser [illegible] ...s-

Ces boîtes portent des index qui aboutissent [illegible] ...orps

règle et de petits appendices de cuivre, fixés [illegible] ...it être

qui permettent d'estimer la distance de l'index [illegible] ...mite de

chelle.

La règle et la tringle de bois sont ajustées dans [illegible] ...re, l'objet

dont l'un porte un anneau de 15 millim. de diamètre [illegible] ...e à laquelle

[illegible] est perpendiculaire à la règle, et dont le centre, placé [illegible] quand le

[illegible] au-dessus, correspond au fil de soie. A deux cent[illegible] ...bche le

[illegible] de cet anneau est fixée une planche mince [illegible]

ron 20 centim. de longueur, et qui est percée d'un trou circulaire de 20 millimètres, dont le centre correspond au centre de l'anneau.

Si l'on applique un œil à l'ouverture circulaire, la partie du fil blanc voisine de l'œil paraît demi-transparente, et sous la forme d'un angle, dont le sommet se trouve sur le fil à une certaine distance qu'on nomme *première limite de la vision distincte*. Pour le plus grand nombre de personnes la portion qui suit immédiatement ce point paraît nette et d'un blanc mat sur une certaine longueur. Ensuite elle reparaît sous la forme d'un angle opposé au premier, dont le sommet détermine la *seconde limite de la vision distincte;* et l'intervalle entre ces deux points est ce qu'on appelle le champ de la vision distincte. »

M. Lehot a fait avec cet instrument un grand nombre d'expériences dont voici les résultats principaux :

Un verre biconvexe ou plan convexe, interposé entre l'œil et l'objet, rapproche les limites de la vision distincte d'autant plus que son foyer est plus court.

Un œil dont la 1re limite était à	27, 5 centimètres.
la 2e limite à	33
le champ de	5, 5
étant armé d'un verre de 45 c. de foyer,	
la 1re limite était à	22, 1
la 2e à	25, 7.
le champ de	3, 6

Le même œil étant armé d'un verre biconvexe de 22 c. de

foyer, la 1re limite était à	9, 9
la 2e à	13, 1
le champ de	3, 2.

Les limites de la vision distincte sont d'autant plus près de l'œil, et le champ d'autant plus petit, que le fil que l'on regarde est teint d'une couleur plus réfrangible. Un verre biconcave interposé entre l'œil et l'objet, éloigne les limites de la vision distincte et augmente le champ. Un milieu plus dense que l'air et terminé par deux surfaces parallèles, interposé entre l'œil et l'objet, augmente le champ de la vision distincte et en éloigne les limites, c'est-à-dire qu'il produit le même effet qu'un verre biconcave.

Il y a des personnes pour qui la 2e limite n'est qu'à 2 pouces, d'autres pour qui elle est à une distance indéfinie.

Les limites de la vision sont généralement différentes pour les deux yeux. Une personne dont les limites étaient pour l'œil gauche de 51 c. et 57 c. 5 avait pour limites de l'œil droit 32 c. et 37 c, 7.

Les limites de la vision changent par l'âge ; la 1re s'éloigne de l'œil. Ces limites sont modifiées par l'usage habituel que l'on fait de ses yeux et par l'usage des verres.

La dilatation de la prunelle éloigne la 1re limite, rapproche la 2e et par conséquent diminue le champ. Le resserrement de la prunelle rapproche la 1re limite, éloigne la 2e et augmente le champ. Ce fait important, dit l'auteur, est prouvé par l'expérience de la carte percée. Certaines personnes paraissent pouvoir changer à volonté les limites de la vision distincte. En pressant l'œil du doigt, on change ces limites.

L'image d'un objet est confuse lorsqu'elle est au-delà du champ de la vision nette. Cette confusion est d'autant plus grande que l'objet est plus petit, sa distance restant la même ; la confusion augmente lorsque l'objet s'éloigne ; elle peut être telle que l'objet disparaisse entièrement ; c'est ce qui arrive d'après les expériences de T. Mayer pour un cercle noir tracé sur un fond blanc et vu à l'ombre, lorsqu'il est vu sous un angle d'environ 34″ ; la distance à laquelle il disparaît est d'autant plus petite qu'il est plus petit. Un œil dont la seconde limite de la vision distincte est plus éloignée que celle d'un autre perd le point noir à une plus grande distance que cet autre œil. L'interposition d'une carte percée fait qu'on perd le disque noir à une plus grande distance. L'interposition d'un verre de convergence fait perdre le point noir à une moindre distance qu'à l'œil nu ; au contraire l'interposition d'un verre de divergence le fait perdre à une plus grande distance.

Quand l'objet est en deça de la 1re limite de la vision distincte, l'image est confuse, elle l'est d'autant plus que le corps est plus près et qu'il est plus petit ; cette confusion peut être telle que l'objet disparaisse. Pour un œil dont la 1re limite de la vision distincte est plus éloignée que celle d'une autre, l'objet disparaîtra à une plus grande distance. La distance à laquelle le corps disparaît pour un même œil est plus grande quand le corps est plus petit.

L'interposition d'une carte percée exige qu'on rapproche le

point pour le faire disparaître. L'interposition d'un verre de divergence fait disparaître le point à une plus grande distance qu'à l'œil nu; celle d'un verre de convergence le fait perdre à une moindre distance.

L'auteur conclut de ces derniers faits que la petitesse de l'angle ous lequel on voit un objet ne peut point être regardée comme la cause de sa disparition.

M. Lehot ajoute diverses observations sur l'usage des verres pour le perfectionnement de la vue. Il y a toujours pour un objet situé à une distance déterminée hors du champ de la vision un verre tel, qu'en changeant les limites et le champ, l'objet se trouve dans ce dernier et par conséquent est vu nettement. Pour un objet situé plus près de l'œil que la 1re limite de la vision, il faut se servir d'un verre de convergence tel que l'objet se trouve dans le nouveau champ de la vision distincte. Si l'objet est placé plus loin que la 2e limite, il faut employer un verre biconcave qui éloigne les limites de la vision et qui en augmente le champ.

Les lunettes biconvexes diminuent le champ de la vision distincte; c'est à cet inconvénient qu'on doit attribuer en grande partie la fatigue qu'on éprouve par l'usage de ces lunettes.

M. Lehot indique le moyen de trouver immédiatement et sans tâtonnement, à l'aide de son instrument, le verre qui convient à un œil donné. Il montre en quoi son opsiometre est supérieur à celui qui a été inventé par le Dr Young, et qui est aussi fondé sur un fait anciennement connu, savoir la vision double ou simple à travers deux fentes séparées l'une de l'autre par un intervalle moindre que la largeur de la prunelle. C. S

251. Électricité des rayons solaires; par M. C. Mattrucci. (*Antologia*, n° 100. — *Quart. Journ. of science;* juil. à sept. 1829, p. 173.)

Persuadé de l'existence de l'électricité dans les rayons solaires, M. M. a voulu s'en assurer par l'expérience. Il a pour cela exposé au soleil un électromètre condensateur à feuilles d'or très-sensible, et a vu les feuilles diverger et s'incliner vers le côté du verre qui était exposé directement à l'action des rayons solaires comme si elles étaient attirées. Conduit par ce fait à soupçonner l'électrisation du verre, il laissa plusieurs plaques au soleil

pendant quelque temps et les toucha en divers points avec le bout de l'électromètre et obtint une divergence sensible, qui était cependant plus apparente quand il touchait les plaques, quoique légèrement, avec une surface plane. M. M. conclut de ces expériences, que les rayons solaires ont le pouvoir d'électriser le verre, et il lui restait à déterminer si cet effet était dû à l'existence réelle de l'électricité dans ces rayons à l'élévation de température, ce dont il pouvait s'assurer facilement en chauffant la plaque et la touchant avec l'électromètre. L'expérience répétée plusieurs fois n'a donné aucun résultat. M. M. a observé aussi que les lames de verre ne devenaient jamais électriques si elles étaient placées au-dessous d'une autre lame de verre, ou si le soleil était obscurci par un nuage.

Le prof. Gazzeri, auquel cette note était adressée, fait remarquer que le prof. Barlocci, dans un mémoire sur l'influence de la lumière solaire sur la production de l'électricité et du magnétisme (*Giorn. Arcadico* , XLI), a fait l'expérience suivante pour s'assurer si le verre devient électrique par l'influence du soleil.

Le rayon rouge et le rayon violet du spectre solaire furent projetés sur deux disques de cuivre noirci, attachés à des fils de cuivre, et peuvant être rapprochés à volonté par deux boutons de même métal. Une grenouille préparée était attachée au fil supérieur, les jambes furent mises en contact avec le fil inférieur : les deux plaques étant mises en communication, on observa des contractions dans la grenouille.

En répétant les expériences deux étés différens avec un galvanomètre très-sensible, au lieu de grenouille, M. C. Faraday n'a obtenu aucun effet par le soleil de l'Angleterre.

252. Sur les changemens qui se présentent dans l'électricité d'appareils galvaniques simples et composés, en augmentant ou diminuant la distance des plaques de zinc et de cuivre; par K. Kemp. (*Edinb. Journal of Natur. and Geograph. Sciences ;* n° 1, octob. 1829, p. 13.)

Le fait de l'action des élémens plus ou moins grands d'une pile de même surface est bien connu des physiciens, M. Kemp a fait diverses expériences pour en déterminer la cause.

Il prit un vase de verre de 18 pouces de haut et 6 de diamètre, ayant un trou au fond pour donner passage à un fil : une

plaque de cuivre et une de zinc, de la dimension la plus grande possible pour la grandeur du vase, pouvaient y entrer facilement ; au centre de chacune était soudé un fil de cuivre.

La plaque de zinc fut placée dans le fond du vase, le fil de cuivre qui y était soudé passant par le trou ; on le garnit avec du mastic, et on remplit le vase d'eau contenant 1/16 d'acide muriatique : on mit en communication les fils porteurs de l'appareil avec un galvanomètre.

La plaque de cuivre fut plongée dans le liquide dans une direction inclinée et graduellement jusqu'à ce qu'elle fût enfoncée dans le liquide à une profondeur de 1/16 de pouce environ ; 18 pouces de liquide, à-peu-près, se trouvant entre les deux plaques : le circuit étant complété, l'aiguille dévia de 4 à 5°.

En enfonçant de plus en plus la plaque de cuivre dans le liquide, la déviation devint plus grande et augmenta jusqu'à ce que la distance fut à-peu-près de *trente secondes* de pouce ; distance la plus petite possible à cause de l'inégalité des surfaces : la déviation s'éleva à 75° environ.

En éloignant de nouveau la plaque de cuivre on produisit inversement les premiers effets.

En renversant les plaques, on obtint des effets semblables, et les plaques furent percées d'un certain nombre de trous pour faciliter le dégagement de l'hydrogène.

On prit une boîte de bois de 17 pouces carrés, de 2 pieds de profondeur et mastiquée, et deux plaques, l'une de zinc et l'autre de cuivre, de 15 pouces carrés, auxquelles on souda un fort fil de cuivre. La boîte étant remplie d'acide muriatique assez concentré, on attacha un fil de fer très-fin, de 4 pouces de longueur environ, à l'extrémité de chacun des fils fixés aux plaques pour établir une communication entr'elles : celles-ci furent plongées dans la boîte, se trouvant séparées par 2 pieds de liquide. Au moment de l'immersion une violente action eut lieu au contact du zinc, quoique le centre du fil de fer atteignît à peine 212 F. : à mesure qu'on approcha les plaques, la chaleur augmenta ; quand les plaques furent à la distance d'un pied, le centre du fil rougit, et en la diminuant elle s'accrut jusqu'à environ 1/16 de pouce ; presque toute la longueur du fer devint rouge.

L'effet est plus sensible si on retire les plaques et qu'on le

lave avant de les plonger de nouveau, parce que l'on enlève les nombreuses bulles d'hydrogène qui s'y attachent.

Les expériences précédentes ont prouvé que quand l'électricité traverse une couche considérable de liquide dans le cas d'un simple cercle galvanique, elle n'agit pas sur l'aiguille ou rougit faiblement le fil, et l'on s'est bien assuré que l'électricité d'une faible intensité agit sur l'aiguille et élève la température d'un fil de fer, et que celle d'une plus grande intensité agit plus puissamment dans les décompositions chimiques. Il s'agit donc de déterminer quelle est la nature du changement qu'éprouve l'électricité, si la quantité d'électricité qui passe dans un fil reste la même, son intensité étant seulement augmentée en passant au travers d'une grande couche de liquide, et devenant incapable d'affecter l'aiguille ou de rougir le fil, ou si elle est absorbée par le liquide dans son passage, ou enfin si, d'après la théorie de Hare, l'électricité seule passe au travers du liquide en lui abandonnant son calorique.

L'action chimique sur les plaques reste la même à quelque distance qu'elles soient placées, et M. K. pense que l'électricité n'est pas absorbée par le liquide, mais son intensité accrue, et conséquemment qu'en augmentant les distances entre les plaques, un changement d'électricité pourrait se présenter d'une faible à une intensité moyenne, en cet état qui donne lieu à la décomposition des liquides, et qu'en augmentant encore la distance, on obtiendrait à peu près les effets électriques purs ou ceux de la colonne de Deluc, de sorte qu'avec un seul couple, on pourrait obtenir une électricité très-intense, pourvu que la distance fût suffisante. La difficulté de se procurer une caisse assez grande, détermina M. K. à plonger son appareil dans la mer.

L'expérience fut faite sur la jetée de Newhaven qui avance dans la mer à peu près à 600 pieds. On prépara une plaque de zinc et une de cuivre, de 12 pouces carrés, auxquelles on souda un fil de cuivre de 300 pieds de long; un fil de platine très-fin fut soudé à l'extrémité de chacune; à un signal donné, deux aides plongèrent les plaques dans la mer, et les fils furent mis en communication à une égale distance des deux plaques.

Dans la 1re expérience, on essaya si la saveur métallique serait sensible; elle l'était en touchant la langue avec les deux fils. Dans la 2e, on les fit communiquer avec les nerfs sciatique et crural d'une grenouille, qui éprouva de fortes convulsions.

La 3e consista à plonger les fils dans un vase contenant de l'eau aiguisée d'un peu d'acide pour augmenter son pouvoir conducteur; la décomposition s'opéra, l'HYDROGÈNE *se dégageant au fil du pôle* ZINC, *et l'*OXIGÈNE *à celui qui provenait du pôle* CUIVRE.

Dans une 4e expérience, on employa de l'eau pure; une très-faible décomposition eut lieu; à cause de la conductibilité trop imparfaite de l'eau, on ne put tirer d'étincelles des fils.

En attachant aux fils de platine des fils de fer beaucoup plus fins, et quoiqu'on se servît d'eau pure, la décomposition s'opéra, l'HYDROGÈNE *se dégageant au pôle* ZINC, *et le fer s'oxidant au pôle* CUIVRE.

Il fallait de temps à autre retirer les plaques de la mer pour dégager les bulles de gaz qui y adhéraient.

On diminua graduellement la distance des plaques tandis que le circuit était complet, les fils plongeant dans l'eau acidulée, pour déterminer si la décomposition était diminuée ou augmentée par le rapprochement. Quand elles furent à moitié environ de la distance, c.-à-d. 150 pieds à peu près, la décomposition diminua beaucoup; aucune action n'eut lieu sur l'aiguille jusqu'à ce que la distance fût réduite à 4 ou 5 pieds, et l'effet s'accrut à mesure qu'on les rapprochait, jusqu'à ce qu'à la distance de $\frac{1}{4}$ de pouce, la déviation monta à 40° environ.

En complétant le circuit par un fil de fer fin, il n'éprouva pas d'augmentation sensible de température, de sorte que l'action sur les plaques était trop forte pour que cet effet fût produit.

M. K. n'ayant pas d'électromètre avec lui ne peut s'assurer si l'électricité aurait réagi sur cet instrument.

Ayant observé que la distance à laquelle les plaques sont placées exerce une influence sur la nature de l'électricité développée, M. K. fit construire une batterie dont les plaques étaient à la distance la plus petite possible, qui est $\frac{1}{39}$ à $\frac{1}{49}$ de pouce; pour cela, il prit une caisse de 16 pouces de long et 2 de large, dans laquelle il plaça 30 divisions en verre à des distances égales, chaque paire de plaques *C Z* fut réunie par un fil qui y était soudé; la plaque de cuivre étant percée pour faciliter l'action du liquide sur le zinc, on plongea toutes les plaques dans les auges en laissant une plaque de verre entre chaque, la plaque de cuivre étant placée aussi près que possible de la plaque zinc, sans la

toucher, se trouvant séparées par de petits morceaux de fil de soie huilée.

La batterie étant chargée, les effets de déflagration sur les métaux furent semblables à ceux d'une batterie d'un petit nombre de plaques larges; ceux sur l'aiguille furent aussi très-forts, tandis que les chocs ne furent guère que la moitié de ceux qu'auraient donné les mêmes plaques sous la forme de pile, ce qui indique que l'électricité de faible intensité a été produite et s'accorde parfaitement avec les résultats des expériences précédentes.

Il semble, d'après cela, que, quoique l'électricité de faible intensité soit produite par des plaques d'une grande surface, la dimension n'est pas la cause de la faible intensité, mais qu'elle doit être plutôt attribuée à la petite portion de liquide que l'électricité doit traverser, qui empêche l'accroissement de son intensité. En supposant que quatre plaques de 12 pouces carrés, composant une batterie, soient coupées en plaques de 4 pouces pour former une batterie de 36 plaques, de manière qu'il y ait entre elles les mêmes distances qu'entre les premières, la distance totale, que l'électricité de la 1re paire de plaques devra traverser, passant du pôle positif au pôle négatif, sera de 36 pouces de liquide, et chaque paire de plaques aura plus ou moins d'intensité, selon que la distance entre les pôles sera augmentée ou diminuée.

L'électricité produite par la paire de plaques au pôle négatif ayant toute la longueur du liquide à traverser avant d'arriver au pôle positif, sera beaucoup plus intense que celle qui est produite par une paire de plaques qui succède à la première, ou celle qui forme le pôle positif, la distance du liquide, au travers duquel l'électricité passe, diminuant graduellement.

Si, au lieu d'arranger les plaques pour former une batterie dont la distance de chaque couple soit égale à celle des grandes plaques, on les place à une distance telle que leur somme soit égale à celle qui sépare les grandes plaques, on trouve que l'électricité a la même intensité, à cela près de la difficulté du renouvellement du liquide entre les plaques, et de celle de chasser l'hydrogène. Si quelques plaques de 1 pied carré étaient disposées dans une auge à la distance de 3 pieds l'une de l'autre, M. K. suppose, sans avoir fait l'expérience, qu'elles ne produiraient

pas les mêmes effets d'ignition qu'une batterie du même nombre de plaques placées à la distance ordinaire, mais seulement ceux d'une batterie du même nombre de plaques d'environ 4 pouces carrés placées à la distance ordinaire, et que le pouvoir chimique d'une batterie semblable serait beaucoup accru. G. DE C.

253. MESURES BAROMÉTRIQUES, suivies de quelques observations d'histoire naturelle et de physique faites dans les Alpes françaises, et d'un Précis de la météorologie d'Avignon; par J. GUÉRIN. In-18 de 6 feuilles. Avignon, 1829; Guichard aîné.

254. POSITIONS DE PHYSIQUE, ou Résumé d'un cours de physique générale; par A. QUETELET. Tom. III. In-32; prix, 1 fr. 50 c. Bruxelles, 1829; Tarlier.

Les Tomes I et II ont paru en 1827.

255. PRÉPARATION ARTIFICIELLE DE LA GLACE; par M. MEICKLE. (*Quart. Journ. of Science*; juill. à sept. 1829, p. 172)

Après beaucoup d'essais pour geler l'eau par la dissolution de sels dans l'eau. M. M. a donné la préférence à un mélange de 4 onces nitrate d'ammoniaque, 4 onces carbonate de soude, et 4 d'eau. Ce mélange produit en 3 heures, 10 onces de glace; tandis qu'avec le mélange de sulfate de soude et l'acide muriatique, on n'obtient la glace qu'après 7 heures.

256. EXPÉRIENCES SUR LE FROTTEMENT ET L'USURE DES SURFACES SOLIDES; par G. RENNIE. (*Philosophic. Transactions*; 1re partie, 1829, p. 143.)

Ce mémoire renferme le résultat d'expériences faites en 1829 dans la vue de mesurer le retard des corps en mouvement quand ils sont affectés par le frottement de leurs surfaces et par des milieux de différentes densités.

Malgré les travaux antérieurs, la divergence d'opinions émises à cet égard a fait penser à M. R. que ce sujet n'était encore qu'imparfaitement compris. On peut l'attribuer, en grande partie, à notre peu de connaissances sur les propriétés des matières, et à la difficulté ou plutôt à l'impossibilité de les soumettre à une mesure géométrique. La science de la mécanique considère

les forces comme réduites à de simples questions d'analyse mathématique, sans égard aux propriétés des matières ou aux phénomènes qui en dépendent. Mais en rendant ces forces sensibles, on a nécessairement besoin de faire usage d'agens ou de corps intermédiaires appelés machines, dont l'emploi, en transmettant le mouvement, modifierait son action, ou, rétablissant l'équilibre entre des forces d'intensités différentes, constitue chaque opération mécanique. La solution de cette question renferme donc les conditions d'équilibre des machines simples ou composées, la transmission du mouvement dans différentes circonstances, la construction et la combinaison des diverses parties des machines et les propriétés des matières dont ces parties sont composées.

M. R. a publié, dans les Transactions pour 1817, un essai pour développer quelques-unes des propriétés des corps solides pour résister a l'action de forces qui tendaient à les briser, et dont la mesure était représentée par la somme et les propriétés des parties déplacées.

M. R. cite les divers auteurs qui ont écrit sur le même sujet et rappelle les résultats principaux auxquels ils sont arrivés, et expose ensuite le but de son travail.

La série d'expériences qu'il a faites est relative au frottement qui comprend la résistance occasionée par les corps solides, comme la glace, la toile, le papier, le bois, les pierres, les cristaux, et glissant l'un sur l'autre directement ou par l'intermédiaire de corps demi-fluides, comme l'huile, la graisse, etc.

Il a eu aussi en vue de déterminer la résistance à l'usure par rapport à la surface, à la pression, à la vitesse; par exemple :

1° La glace, par la résistance de sa surface aux traîneaux, etc.

2° La toile, par sa propriété remarquable de résistance en opposition à la loi observée pour les solides.

3° Le cuir, par sa grande utilité dans les pistons des pompes, etc.

4° Le bois, dans son application à la charpenterie, à la construction des vaisseaux, etc.

5° Les pierres, relativement à l'équilibre des arches et des bâtimens.

6° Les métaux, par leur application générale à la construction des machines, mais plus particulièrement aux roues de voitures, aux rails et à d'autres routes, sur lesquels un grand nombre d'expériences ont été faites.

Comme les expériences sur une grande échelle présentent quelquefois des contradictions par la difficulté d'obtenir les élémens nécessaires, M. R. a préféré la série qu'il publie comme comprenant presque tous les cas en question et comme plus correcte.

Les appareils qui ont servi à ces expériences sont gravés dans trois planches qui accompagnent le mémoire, et M. R. fait connaître dans neuf tableaux *les résultats particuliers* auxquels il est parvenu.

1° Dans le frottement de 3 pouces carrés de toile.

Avec les substances fibreuses, le frottement diminue par un accroissement de poids.

La friction est plus grande (cæteris partibus) avec les toiles fines qu'avec les grosses.

Le frottement est fortement accru par le temps.

Le frottement varie de $\frac{1}{2}$ à un rapport plus grand que le poids total.

2° Dans les expériences sur la vitesse avec des toiles.

Il paraît que les vitesses n'observent pas de lois particulières, excepté dans trois cas, où la dernière moitié de l'*espace parcouru* approche de la première moitié.

Que l'augmentation de la surface augmente beaucoup la résistance.

3° Frottement de la toile sous différens angles.

En comparant les résultats donnés par les angles de repos avec ceux que donnent des surfaces horizontales de semblables espèces de toile, il y a peu de différence.

La seconde série d'expériences ne donne pas de mesures de

comparaison par l'insuffisance du poids employé, qui ne pouvait pas faire mouvoir la surface supérieure.

Moindre est le poids, plus grand est l'angle de repos.

L'augmentation de surface produit une très-légère augmentation dans les angles de repos.

Le temps très-variable diminue avec l'accriossement de poids.

Les vitesses sont très-variables.

4° Frottement de différens bois de 2 pouces carrés de surface.

Il y a beaucoup d'irrégularité dans les résultats.

L'augmentation de la pression augmente à peine la résistance, ce qui peut provenir de ce que les surfaces pressées sont moins sujettes à s'user. Dans quelques cas, les matières ont commencé à s'user, mais les expériences n'ont pas été poussées plus loin.

Les bois mous présentent plus de résistance que les bois durs.

Le sapin jaune sur le sapin jaune présente la plus forte, et le teek rouge (le bois teek provient du *Tectona grandis* L.) sur le teek rouge le moins.

5° Expériences sur l'extension de surface des métaux.

Fonte sur fonte à plat.........	varie de	6,58	à 7,58
Id. — sur les bords.......		6, 2	6, 5
Bronze dur sur fonte à plat.....		7, 2	7, 8
Id. — sur les bords.......		6, 0	8, 0
Cuivre jaune sur fonte à plat....		6,09	7,22
Id. — sur les bords......		6, 1	7,24
Étain sur fonte à plat.........		5, 4	6,11
Id. — sur les bords......		5,09	6,11.

Il résulte de ces expériences que le frottement est à peu près le même avec la fonte et le bronze, que le poids soit appliqué sur une surface large ou sur un bord des plaques, quoique les aires des surfaces soient entr'elles :: 6,22 : 1.

Que l'étain étant un métal mou, est plus facilement usé : le frottement augmente quand le poids est de plus de 8 livres par pouce carré, mais reste à peu près le même avec un bord large qu'avec un étroit. Généralement parlant, le frottement est moindre avec le premier qu'avec le second.

6° Expériences sur le frottement de différens métaux avec un accroissement de poids de 14 à 192 livres.

Il paraît, d'après ces expériences, que le frottement des metaux varie avec leur dureté.

Que les métaux durs donnent moins de frottement que les métaux mous.

Que sans matières grasses et dans les limites de 32 livres 8 onces par pouce carré, le frottement des métaux durs sur des métaux durs peut être généralement estimé à environ $\frac{1}{6}$ de la pression.

Que dans les limites de leur usure le frottement des métaux est à peu près le même.

Que de 166 à 600 livres par pouce carré, la résistance augmente dans un très-grand rapport, celle d'acier sur fonte étant la plus grande, et celle de bronze sur fer doux la moindre, leurs limites étant comme 30, 36, 38 et 44 quintaux. Une expérience était faite avec un poids de 10 tonnes par pouce sur de l'acier dur qui a été usé.

La propriété de l'acier de se tremper et de résister à l'usure, le rend préférable à toute autre substance pour les parties des instrumens qui éprouvent des frottemens.

Frottement comparatif des différens métaux sous une pression de 54,25 livres à 69,55, calculé d'après les expériences précédentes.

MÉTAUX.	POIDS.	FROTTEMENT.	POIDS PAR AIRE de POUCES CARRÉS.
	livr.		livr. onces.
Bronze sur fer doux	69,55	7,312	11 12,4
Acier sur acier	69,55	6,860	11 12,5
Bronze sur fonte	54,25	6,745	8 0,5
Bronze sur acier	69,55	6,592	11 12.5
Bronze dur sur fonte	54,25	6,581	6 15,9
Fer doux sur fer doux	69,55	6,561	11 12,5
Fonte sur fonte	54.25	6,475	8 0,5
Fonte sur acier	69,55	6,393	11 12,5
Fonte sur fer doux	69,55	6,023	11 12,5
Étain sur fer doux	69,55	6,846	11 12,5
Bronze sur bronze	69,55	5,764	11 12,5
Étain sur fonte	54.25	5,671	8 0,5
Acier sur fer doux	69,55	5,198	11 12,4
Étain sur étain	69,55	3,305	11 12,5

7° Frottement des axes sans et avec graisse.

Sans graisse.

Il résulte de ces expériences que quand le métal de canons sans graisse est chargé de poids qui varient de 1 à 16 quintaux, le frottement varie à peu près dans le rapport de $\frac{1}{7,66}$ à $\frac{1}{4,70}$ de la pression.

Que la longueur du temps affecte à peine le résultat.

Que le frottement augmente avec le cuivre jaune.

Qu'il décroît avec la fonte.

Et qu'il diminue de beaucoup quand on met de la plombagine entre ces trois métaux.

Avec graisse.

Que pour le métal de canons sur fonte avec de l'huile et un poids de 10 quintaux, le frottement est le $\frac{1}{5,63}$ de la pression.

Que quand les poids sont diminués, le frottement avec l'huile re réduit à $\frac{1}{7,33}$ mais qu'il augmente avec le poids.

Que fonte sur fonte donne, dans ce cas, le moindre frottement.

Que le frottement de fonte sur fonte est de beaucoup diminué par la graisse.

Que celui du cuivre jaune sur fonte augmente par de légers poids et diminue par des poids plus forts, peut-être parce que la graisse est moins fluide dans un cas, et plus capable d'empêcher le contact des métaux, dans l'autre.

Que le métal de cloche sur fonte avec de la graisse donne moins de frottement qu'avec de l'huile.

Que le cuivre jaune sur fonte avec un mélange de graisse et de plombagine augmente le frottement avec de petits poids, et le diminue beaucoup avec de gros, et donne des résultats très-irréguliers.

Que le cuivre jaune sur fonte avec du suif donne le moindre frottement, et que cette substance peut être considérée comme la meilleure dans cette circonstance.

Que le cuivre jaune sur fonte avec du savon mou donne un résultat également bon, et que cette matière vaut mieux que l'huile.

Que le cuivre jaune sur fonte avec du savon mou et de la plombagine donne les plus mauvais résultats, le frottement diminuant en raison inverse des poids.

Enfin, comme conclusion, que la diminution de frottement

par les matières grasses varie selon les poids et la nature des matières grasses; moindre est le poids, plus fluide et douce doit être la matière grasse, et *vice versâ*.

8° *Expériences sur les vitesses dans le frottement.*

Il en résulte que le frottement n'augmente pas comme l'accroissement de vitesse.

9° *Frottement de la glace.*

On se servit d'un morceau de glace de 8 pouces de long et 2 d'épaisseur, où il y avait le moins de bulles possible, et dont la surface fut rendue la plus douce et la plus polie possible. Un morceau de glace du même bloc, mais plus petit et bien préparé, fut appliqué sur le premier et lié avec un cordon de soie. On opéra à 28° Fahrenheit.

Il paraît, d'après ces expériences, qu'avec glace sur glace, le frottement diminue à mesure que le poids augmente, mais il ne paraît pas y avoir de loi régulière.

10° *Frottement du cuir corroyé.*

Douze morceaux de cuir corroyé furent placés parallèlement dans une boîte de bois et assujettis ensemble par un axe qui les faisait frotter comme une seule pièce.

Le frottement du cuir mouillé d'eau paraît augmenter avec le temps et les poids, ce qui explique l'énorme frottement des pompes quand on les met en mouvement. Quand le cuir n'est pas mouillé, la résistance varie de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{6}$ à peu près de la pression, et diminue (cæteris paribus) par une diminution de surface.

Tableau de la friction, sans matières grasses, de différentes substances, sous un poids de 36 livres et dans les limites de l'usure des matières molles.

	PORTEE du poids TOTAL.		PORTEE du poids TOTAL.
Acier sur glace	69,81	Bronze sur bronze	5,70
Glace sur glace	36,00	Étain sur fonte	5,59
Bois dur sur bois dur	7,75	—sur fer doux	5,53
Bronze sur fer doux	7,38	Acier mou sur fer doux	5,28
—sur fonte	7,11	Acier sur fer	4,00
—sur acier	7,20	Étain sur étain	3,78
Fonte sur acier	6,85	Granite sur granite	3,30
Fer doux sur fer doux	6,62	Sapin jaune sur sapin jaune	2,88
Fonte sur fonte	6,12	Pierre siliceuse sur pierre siliceuse	2,75
Bronze dur sur fonte	6,00	Laine sur laine	2,30
Fonte sur fer doux	5,87		

Conclusions finales.

1° Les lois qui gouvernent le retard des corps glissans les uns sur les autres dépendent de la nature de ces corps.

2° Avec les substances fibreuses comme la toile, etc., le frottement augmente par la surface et le temps, et diminue par la pression et la vitesse.

3° Avec des substances dures, comme le bois, les métaux, et les pierres, et dans les limites de l'usure, le frottement est directement, comme la pression, sans rapport avec la surface, le temps et la vitesse.

4° Avec des substances de nature différente glissant l'une sur l'autre, la mesure du frottement est déterminée par la limite de l'usure de la substance la plus molle.

5° Le frottement est plus grand avec les substances molles, et moindre avec les substances dures.

6° La diminution de frottement par les matières grasses dépend de la nature de ces substances, sans rapport avec les matières qui se meuvent.

Les bois, les pierres et les métaux très-mous se rapprochent des lois qui gouvernent les substances fibreuses. G. de C.

257. Recherches sur la diffusion des gaz les uns dans les autres et sur leur séparation par des moyens mécaniques; par Thomas Graham. (*Quart. Journ. of science*; juillet à septembre 1829, p. 74.)

On ne connaissait guères sur le mélange des gaz que ce fait curieux que deux gaz très-différens en densité se mêlaient intimement lors même qu'ils ne communiquaient que par un tube capillaire. M. Graham vient de publier sur ce sujet une série d'expériences curieuses dont nous allons donner un extrait. Il se servit d'un tube de 9 pouces de long, et de 9/10 de pouce de diamètre intérieur, divisé en 130 parties égales, garni d'un bouchon bien usé de 1,8 pouce de long, et percé d'une ouverture de 0,34 de pouce: cette ouverture donnait passage à un tube de 0,07 ou environ 1/14,3 pouce courbé à angle droit. A ce petit tube on en substitue un autre de 0,12 de pouce d'ouverture et 2 pouces de longueur.

Le tube fut rempli successivement avec différens gaz très-purs, et placé dans une position horizontale, par le moyen de

supports, convenables dans une boîte d'où sortait le tube recourbé, l'ouverture en bas quand le gaz était plus léger, et en haut quand il était plus pesant que l'air. Après un certain temps, on examinait l'état du gaz, et les expériences furent toujours répétées deux et souvent trois fois : les résultats furent réguliers et renfermés dans des limites étroites.

Après quatre heures de diffusion, on trouva dans le tube, dont la capacité était de 150 parties,

Hydrogène................	(densité 0,0694)..	8,3 p.
Hydrogène carboné des marais.	(densité 0,5555)..	5,6
Gaz ammoniac..............	(densité 0,59027)..	61
Gaz oléfiant...............	(densité 0,9722)..	77,5
Acide carbonique............	(densité 1,5277)..	79,5
Acide sulfureux.............	(densité 2,222)..	81
Chlore....................	(densité 2,5)..	91

Après 4 heures de diffusion au moyen du tube en 152 parties, on trouva dans le récipient

Hydrogène..............	28,1
Gaz des marais..........	86
— ammoniac.............	89
— oléfiant..............	99
Acide carbonique.........	104
— sulfureux.............	110
Chlore..................	116

Il était donc sorti pendant ce temps

Hydrogène..............	123,9
Gaz des marais..........	66
— ammoniac............	63
— oléfiant..............	53
Acide carbonique.........	48
— sulfureux.............	42
Chlore..................	36

En déduisant les propriétes de diffusion comparative des différens gaz d'après la table précédente, il faut faire attention à la diminution de cette propriété, d'après laquelle les dernières portions du gaz sortent du récipient. M. G. a déterminé avec précision, pour le gaz oléfiant, qu'il continue à sortir du récipient dans le même rapport que par le vide au moyen de la pompe pneumatique; d'après cela les diffusions initiales des gaz sont

même plus variées que les nombres de la table; par exemple, il reste autant de gaz hydrogène dans le récipient, après 2 heures, que d'acide carbonique après 10, d'où l'on trouve que le gaz hydrogène est cinq fois plus diffusible que l'acide carbonique.

Il est évident que la propriété diffusive des gaz est comme quelque fonction de leur densité, probablement comme la racine carrée.

Cependant les résultats sont plus influencés par la résistance mécanique qui provient de leur densité, et qui n'est pas constante dans les gaz de densité différentes, la position du réservoir resta la même. Dans diverses expériences, le réservoir rempli de gaz hydrogène fut placé dans une position verticale au lieu d'être horizontale, les autres circonstances restèrent les mêmes : de 150 de gaz, 22,1 restèrent dans le tube après 10 heures, au lieu de 8,3, comme dans l'autre expérience.

2° *Différence des gaz mélangés dans l'air atmosphérique.*

Il était curieux de voir si des gaz mêlés intimement sortiraient du récipient en raison de leur diffusibilité propre, ce qui serait un pas de fait dans l'analyse du mélange des gaz par les moyens mécaniques.

Le tube rempli de 75 volumes d'hydrogène + 75 de gaz oléfiant fut agité et abandonné sur l'eau pendant 25 heures afin que le mélange fût aussi parfait que possible. On plaça ensuite l'appareil dans la situation ordinaire pendant 10 heures, et l'on trouva :

Hydrogène	3,5
Gaz oléfiant	56,5
Air	89,9
	150,0

Il était sorti : d'hydrogène....... 71,5 sur 75
de gaz oléfiant...... 18,4 sur 75

Le gaz le plus diffusible s'était donc séparé dans la plus grande proportion.

Le tube étant rempli de gaz oléfiant pur, il en sort 72,5 dans les mêmes circonstances ; on aurait dû avoir, pour 75 parties de gaz, 36,25, tandis qu'on a obtenu seulement 18,4. La différence entre la diffusion de chacun des gaz mêlés est plus grande que celle que présentent les gaz séparés.

Dans le cas des gaz mêlés on trouve cette loi, que le gaz le plus diffusible sort du tube en *plus grande proportion* que dans le cas où il est seul, et par conséquent le gaz le moins diffusible se trouve dans un plus grand rapport dans le résidu. Cette loi a été confirmée par plus de 40 expériences, sur divers mélanges gazeux, dont voici quelques résultats.

Le tube rempli de gaz carbonique......	75
hydrogène.......	75

fut abandonné sur l'eau pendant la nuit, et la diffusion exercée pendant 10 heures, le tube horizontal l'ouverture en bas. Après l'expérience, on trouva,

Gaz carbonique.................	45
Hydrogène..................	4,65
Air.........................	100,35

Une partie de l'acide carbonique se sera dégagée à la fin des expériences, parce que le mélange avait une densité *plus* grande que celle de l'air, et que l'ouverture du tube était tournée vers le bas.

Gaz carbonique.........	102
Hydrogène.............	50

Tube horizontal, ouverture en haut; après 4 heures, on trouva,

Gaz carbonique........	76
Hydrogène............	70,3
Air..................	65,7

Avec gaz carbonique.............	76
Hydrogène carboné des marais.	76

Dans les mêmes circonstances il resta dans le tube

Gaz carbonique.............	57
Hydrogène carburé..........	33,3
Air......................	59,7

Il était donc sorti 19 de gaz carbonique et 40,7 d'hydrogène, ou deux fois plus de celui-ci que du premier; tandis que dans les mêmes circonstances les gaz seuls seraient sortis dans la proportion de 48 de gaz carbonique et 65 d'hydrogène.

Gaz carbonique...........	52
Hydrogène carburé.........	100

Même position que précédemment. Après 4 heures, il restait

Gaz carbonique...........	39

hydrogène carburé........	51,6
Air........................	61,4

Il était donc sorti 13 d'acide carbonique et 48,4 d'hydrogène carboné.

Gaz carbonique............	31
Hydrogène carburé.........	121

Mêmes circonstances que précédemment; le tube en haut, après 4 heures,

Gaz carbonique.............	22
Hydrogène carburé..........	71
Air........................	58

Il était sorti 8 d'acide carbonique et 50 d'hydrogène carburé.

Ces trois dernières expériences forment une série: si on avait un mélange à volume égale de deux gaz de la même densité que l'acide carbonique et l'hydrogène carburé, que l'on ne put séparer par des moyens chimiques, si on les abandonnait à la diffusion dans une atmosphère de gaz ou de vapeur, qui put être ensuite condensée ou absorbée facilement; en produisant la condensation, il resterait un mélange de 2 parties du gaz le plus pesant, et de 1 du plus léger; par une pareille diffusion du mélange obtenu, on se procurerait un 3[e] mélange formé de 4 du gaz le plus léger, et 1 du gaz le plus pesant, et par une troisième diffusion on obtiendrait un mélange de 6 ou 7 du plus léger, et de 1 du plus pesant; et l'on pourrait séparer, par une espèce de rectification, le gaz le plus léger dans une pureté tolérable.

Si on voulait avoir le gaz le plus pesant, il faudrait conserver ce qui reste dans le tube et le soumettre à une nouvelle diffusion.

Avec gaz oléfiant.............	76
hydrogène carburé......	76

On obtient après 4 heures,

Gaz oléfiant..................	47,75
Hyd. carburé..................	41,40
Acide.........................	62,85

Il était donc sorti 28,25 de gaz oléfiant, et 34,60 d'hydrogène carburé.

3° *Diffusion du gaz dans d'autres atmosphères que l'air.*

On remplit d'un mélange à parties égales de gaz oléfiant et

d'hydrogène carburé, un flacon de 6,1 pouces cubes; qu l'on bouche avec un bouchon traversé par un tube de 0,12 pouce de diamètre intérieur, et qui passait au travers du bouchon d'un autre flacon de 37 pouces cubes, rempli de gaz carbonique. L'appareil fut plongé dans l'eau jusqu'à la hauteur de la moitié du flacon supérieur. Après 10 heures, celui-ci fut retiré et lavé avec de l'eau de chaux, il contenait 12 de gaz oléfiant et 31 d'hydrogène.

M. G. croit que le gaz oléfiant aurait été obtenu à l'état de pureté si la diffusion du gaz hydrogène n'avait pas été contrariée par la position des tiges et la densité du milieu dans lequel il devait se répandre, et que si la diffusion avait eu lieu, l'ouverture du tube en haut, dans la vapeur ou le gaz ammoniac, on aurait pu parvenir à la diffusion des deux gaz.

M. G. a trouvé que l'hydrogène se répand 4 fois plus rapidement avec la vapeur d'éther que dans l'air. Leslie avait observé que la glace s'évaporait deux fois aussi vite dans l'hydrogène que dans l'air, et Dalton et lui ont trouvé le pouvoir refroidissant ou la mobilité des différens gaz inverse à leur densité.

Les gaz passent au travers des pores de la porcelaine avec une vitesse singulièrement accrue par de hautes températures, comme Priestley l'a remarqué. M. G. croit que cet effet tient, non à l'agrandissement des pores de la porcelaine, mais à l'accroissement de leur pouvoir diffusif.

Un récipient fut rempli au 3/4 avec un mélange de 2 hydrogène et 1 oxygène sensiblement pur avant l'expérience et abandonné pendant trois semaines; en jetant un peu d'éther dans le récipient, le mélange se dilata rapidement, et les premières bulles qui sortirent, séparées de l'éther par des mélanges convenables, se trouvèrent être de l'*hydrogène pur*.

La vapeur d'eau paraît plus diffusible que celle de l'alcool, comme on pouvait l'attendre de la différence de leur densité, 3onces d'alcool à 0,964 de densité, furent abandonnés à l'évaporation spontanée dans un vase de verre de 2 pouces de profondeur, et la même quantité dans un autre vase de 6 pouces, les ouvertures étant fermées avec du papier. Quand $\frac{1}{2}$ once fut perdue par l'évaporation, le vase le plus profond contenait de l'alcool sensiblement plus fort que l'autre; cependant la différence était

insuffisante pour expliquer la concentration de l'alcool par la vessie ; mais M. G. pense que l'on peut concevoir; ce qu'il s'occupe de déterminer par expériences, que des pores imperceptibles, ou des orifices excessivement petits, peuvent ne pas livrer passage à des gaz qui ont un pouvoir diffusif très-faible, c'est-à-dire des gaz pesans, et laisser s'écouler des gaz plus diffusibles.

G. de C.

258. Sur une singulière action d'une vessie; par Graham; (*Ibid.*; p. 88.)

Dans ses expériences sur le mélange des gaz, M. G. a observé qu'une vessie à robinet remplie environ aux $\frac{2}{3}$ de gaz du charbon, et dont le robinet était fermé, étant placée dans une cloche remplie d'acide carbonique reposant sur l'eau, se gonfla en 12 heures de manière à être prête à crever et que le gaz carbonique avait disparu : on trouva que le gaz de la vessie contenait 35 % d'acide carbonique. La vessie n'avait pas d'odeur et ne paraissait pas avoir éprouvé d'altération. Le gaz carbonique resté dans la cloche contenait une petite quantité de gaz de l'éclairage.

Dans une seconde expérience contenant moins du même gaz fut placée aussi dans l'acide carbonique : après 15 heures elle contenait 40 % de ce dernier gaz et une petite quantité de gaz hydrogène carboné s'était dégagé de la vessie.

Une vessie remplie à moitié, d'air se gonfla entièrement de la même manière en 24 heures. La pénétration du gaz carbonique ne dépend donc pas d'une propriété particulière du gaz du charbon, et la vessie remplie en partie de ce dernier gaz ne se gonfle pas dans la même cloche contenant de l'air ou de l'eau.

L'auteur pense que M. Dutrochet verrait là une action d'endosmose ; pour lui, il croit que la vessie est parsemée de pores capillaires remplis d'eau, que le gaz carbonique s'y insinue par dissolution, et qu'il se dégage ensuite dans la vessie pour se mêler avec l'air.

G. de C.

259. Recherches sur le rapport qui existe entre l'adhérence des métaux et leur différence électrique, avec quelques conclusions tirées de ce fait; par M. Prechtl, à Vienne. (*Annal. der Physik und Chemie*; Tom. XV, p. 223; cah. 2, 1829.)

Le principal résultat auquel l'auteur arrive est celui-ci : le degré d'adhérence, qui est propre à deux disques du même métal, reste constant lorsqu'un des disques de ce métal est mis en rapport avec les disques d'un autre métal dont la force d'adhérence est moindre. Ainsi, quand deux disques de cuivre adhèrent ensemble avec une force de 21 grains, des disques de cuivre et de bismuth, de cuivre et de zinc, de cuivre et d'étain, de cuivre et de plomb, etc., adhéreront ensemble avec la même force, quoique la force d'adhérence de deux disques de bismuth, de zinc, d'étain, de plomb, etc., soit moindre que celle de deux disques de cuivre.

MÉTÉOROLOGIE.

260. Projet d'organisation d'une Société météorologique, extrait du 4e mémoire composé au sujet d'une correspondance météorologique, par M. Morin. Paris, 1829; Treuttel et Würtz.

M. Morin qui s'occupe avec un grand zèle de l'étude de la météorologie, a pensé qu'il serait utile d'établir une Société dont le but serait de recueillir et de discuter les observations qu'une correspondance étendue la mettrait à même derecueillir; il a cherché à la former, et le prospectus qu'il publie contient le projet d'organisation : nous citerons seulement l'article 1er du projet intitulé « *Objet des travaux de la Société.* »

« La Société est instituée pour parvenir à découvrir les lois qui régissent les phénomènes atmosphériques, et pour chercher tous les genres d'influence de ces phénomènes. Pour arriver à ce but elle fera ou fera faire des expériences et des observations, elle proposera et donnera des prix, facilitera les recherches de tous ceux qui s'occuperont des travaux de même nature que les siens, établira une correspondance avec les Sociétés savantes et les observateurs, et publiera des mémoires et des recueils d'observations. »

Nous croyons utile d'engager les personnes qui s'intéressent

aux progrès de la météorologie a examiner le projet de M. Morin; et si les vues qu'il présente sont accueillies, il pourra en résulter des travaux profitables à l'extension de nos connaissances. G. de C.

261. Résultats de l'observation du temps a Giengen, sur la Brenz; par M. Binder. (*Kastner's Archiv fur die gesammte Naturlehre*; Tom. XVII, p. 77; 1829.)

L'auteur donne des observations très-détaillées pour l'année 1828.

262. Observations météorologiques faites à Zürich, du 11 au 13 février 1829; par M. Horner. (*Ibid.*; p. 88.)

Ces observations se rapportent principalement au froid du 12 février, qui était de — 14°,6 R.

263. Le froid du 12 février 1829. (*Ibid.*; Tom. XVI, p. 230; 1829.)

Dans cet article se trouvent réunies les observations météorologiques qui ont été faites pour le jour ci-dessus indiqué à Gotha, à Cologne, à Francfort sur-le-Mein et dans plusieurs endroits circonvoisins, dans le Würtemberg, à Soleure et à Berne.

264. Observations météorologiques faites à Kœnigsberg, le 11, le 12 et le 13 février, et le 15 mars 1829; par M. Neumann. (*Ibid.*; p. 500.)

Le 11 février, au matin, le thermomètre était à — 21°,5 R., et le 15 mars à — 7°,7 R.

265. Observations météorologiques faites dans la ville du Cap. (*Annalen der Physik und Chemie*; Tom. XV, p. 316; cah. 2, 1829.)

Dans une table on donne la moyenne thermométrique pour pour chaque mois, et la moyenne barométrique ainsi que les variations du baromètre selon les mois; les observations ont été faites depuis 1818 jusqu'en 1826.

266. SUR LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'AIR ET DU SOL, observée dans quelques parties de l'Est de la Russie; par M. KUPFFER. Mém. lu à l'Acad. des Sciences de Saint-Pétersbourg, le 18 février 1829. (*Ibid.*; p. 159; cah. 2, 1829).

Il résulte de ces recherches que la température du sol diffère souvent beaucoup de la température moyenne de l'air, et que sa distribution suit des lois tout différentes. Les observations de M. Kupffer confirment celles de M. Wahlenberg, d'après lesquelles, dans les latitudes plus élevées, les sources ont une plus haute température que l'atmosphère; d'un autre côté MM. de Humboldt et de Buch ont trouvé que dans les latitudes moins élévées, la température des sources est de beaucoup inférieure à celle de l'atmosphère.

267. RAPPORT MÉTÉOROLOGIQUE POUR 1828; par DENISSON OLMSTED. (*Americ. Journ. of Science*; avril 1829, p. 70, extrait des registres de l'Acad. de Connecticut.)

Les observations de 1827, faites au lever du soleil et à deux heures après midi, étant regardées comme *maximum* et *minimum*, en 1828 pour obtenir plus exactement le *maximum* on a varié les observations de 2 à 3 heures.

	1827	1828
Température moyenne de l'année	49,29	52,50
Minimum moyen	43,03	45,06
Maximum moyen	55,55	59,95
Pour plusieurs saisons		
Température moyenne. Déc., janv., fév.	28,66	37,30
Mars, avril, mai	46,70	48,92
Juin, juillet, août	62,65	72,03
Septembre, octobre et novembre	51,53	52,78

Il paraît d'après cela que 1828 a été plus chaud que 1827, dans le rapport de 52, 50 à 49, 29, et que les mois d'hiver de 1828 de 9° environ, et ceux d'été de 10° plus élevés que les mois correspondans en 1827, tandis que les mois de printemps et d'automne ont été sensiblement les mêmes.

Le *maximum* de 1828 est 90°, que l'on a obtenu une fois en juillet, deux en août, et une le 1er septembre.

Le froid le plus fort a été de 6° au-dessus de zero, le 12 et

le 24 janvier, tandisque le *minimum* de février a été 14°, de mars 18, et de décembre 10.

Juillet et août ont été les mois les plus chauds et à-peu-près égaux en température, la moyenne a été d'environ 72°. En 1827 juillet était le mois le plus chaud et la moyenne 69.

	1827	1828.
La hauteur moyenne a été	30,03	29,81

Les observations du matin et du soir présentent, comme l'année dernière, un résultat sensiblement le même.

Le matin	29,82
Le soir	29,80
Mois d'hiver	29,81
— de printemps	29,85
— d'été	29,73
— d'automne	29,75

Il résulte de ces observations que le baromètre a été peu élevé; que les différentes saisons de l'année ont beaucoup varié entr'elles, la différence entre l'hiver et l'été étant de 0,18, et en 1827 de 0,03, et que la moyenne de l'été est la plus basse, 29,73; et en 1827, 30,09.

Les vents du nord ont prévalu sur ceux du sud, dans le rapport de 60 à 40; en 1827 le rapport était à-peu-près 70 à 30. De mai à août, les vents du sud ont prédominé.

Dans plusieurs parties de l'année les vents ont varié d'une manière inaccoutumée; en juillet le vent était à peine stationnaire une demi journée.

Quand le vent d'est a soufflé, il a été accompagné ou suivi de brouillards, de neiges et de pluies.

Jours clairs en 1828	55 p. 100; en 1827	48 p. 100
— en partie clairs	22	30
— entièrement nuageux	20	22
— de pluies.	27	28

La quantité d'eau tombée a été de 47,85 pouces.

Mois d'hiver	3,94
— de printemps	11,41
— d'été	15,30
— d'automne	17,20

G. de C.

268. Sur les variations de niveau dans les grands lacs d'Amérique; par M. Dearborn (*Ibid.*; p. 79.)

M. Samuel Storrow a rapporté à l'auteur avoir observé sur les eaux des lacs Ontario et Michigan, des fluctuations ressemblant à des marées : Marguette en 1673, le baron Hontan en 1689, Charlevoix en 1721, le capitaine Witting en 1819 et H. Schoolcraft en 1820 ont remarqué cet effet sur le Michigan, mais l'ont plutôt attribué aux vents qu'à l'influence de la lune ou du soleil.

Le capitaine Greenleaf Dearborn a observé ce mouvement d'une manière plus marquée dans le lac Supérieur. Il est resté deux ans stationné au Saut-de-Sainte-Marie où il a acquis la preuve de l'existence de grandes et régulières marées sur cet immense lac.

269. Tableau météorologique, extrait des observations faites à Fayetteville, du 30 avril 1828 au 1er mai 1829; latitude nord 42° 58′, longit. est 4° 20′ de Washington ; par M. M. Fuld. (*Ibid.*; juillet 1829, p. 288.)

La température moyenne a été de 44°2, ce qui donne environ 1° de moins que les 12 mois précédens. La température des mois d'été a été de 67°,8 et celle des mois d'hiver,

de................ 19,9

Différence......... 47,9

Le mois d'août a été de 2° plus chaud que les autres mois d'été, mais plus froid de 3° que décembre, et juin plus chaud que juillet. Le *maximum* de température a été 50°, et la *même* le 27 juin et le 26 juillet. Le *minimum* s'est présenté le 11 janvier, il a été de 22° *au-dessous de zéro, et il est tombé dix-huit nuits au-dessous de zéro* (1). Il a tonné quarante-cinq jours et on a vu deux aurores boréales.

La quantité d'eau tombée par la pluie ou la grêle a été de 73,3 *pouces*, quantité que l'auteur croit supérieure à tout ce qui a été vu de mémoire d'homme. La quantité de neige a été de 100 *pouces* (2), ce qui est 3 de plus qu'en 1826—1827.

(1) Il y a une erreur dans cette détermination que nous avons cité exactement. (Réd.)

(2) Il y a évidemment aussi erreur dans ce nombre, qui est de beaucoup inférieur au total. (Réd.)

Le 2, 3 et 4 septembre il est tombé 9, 7 pouces de pluie, qui ont produit un torrent qui a dévasté Vermont et le New-Hamphisre, et dont les ravages seront sensibles plus d'un demi siècle.

Il paraît, d'après les observations du Dr Hildreth, que dans les trois dernières années il est tombé à Marietta (dans l'Ohio) 132,6 pouces de pluie, tandis qu'à Vermont il en est tombé différence, 57,3.

M. Fuld croit que dans l'état de Vermont la quantité d'eau qui tombe est beaucoup plus considérable que dans toutes le autres parties des États-Unis, et il résulte d'observations faites depuis trente ans, que le tonnerre et la grêle sont beaucoup moins dangereux dans les districts montagneux que dans les pays de plaines situés sous la même latitude. Malgré cette grande quantité de pluie qui tombe dans l'état de Vermont, plusieurs parties sont fertiles. G. de C.

270. Hauteur de Marbourg au-dessus du niveau de la mer, calculée d'après les observations barométriques; par le prof. Gerling. (*Schriften der Gesellschaft zur Beſœrderung der Naturwissenschaften, zu Marburg*; Tom. II, cah. 4, 1828.)

Ce mémoire remplit tout le cahier du recueil scientifique de Marbourg. Il résulte de 9590 observations que la hauteur cherchée est 576,724 pieds.

271. Observations météorologiques faites à Joyeuse, par M. Tardy de la Brossy, en 1828. (*Biblioth. univ.*; janvier 1829, p. 17.)

Nombre des jours de pluie ou de neige : ...	92		
Nombre des jours de gelée..............	35		
Quantité d'eau tombée..................	12,06 décim.		
	Pouc.	lig.	32e de lig.
Moyenne barométrique de l'année.........	27	7	13
— de 33 jours de pluie, le baromètre étant en hausse................	27	7	30
— de 59 jours de pluie, le baromètre é ant en baisse................	27	4	19
— du nombre total de jours de pluie	27	5	27
Maximum du baromètre................	28	2	16

Minimum du baromètre	26	9	6
Maximum du thermomètre	27°,4		
Minimum	5,0		

D.

672. **Observations météorologiques faites au Jardin Botanique de la Havane, en 1825, par Don Ramon de la Sagra,** professeur d'hist. naturelle. (*Essai politique sur l'île de Cuba*, par M. de Humboldt; T. II, p. 77.

Pour chaque mois les maximum, mininum et moyenne du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre, plus les directions des vents. Moy. barom.=28 p., 1 l., 05; therm. cent. moy. = 24°,9; hygr. moy. = 85°;45.

673. **Sur la marche de la température annuelle;** par M. Kaemtz. (*Jahrbuch der Physik und Chemie; Tom.* XXV, p. 377; cahier 4 de 1829.)

Ce mémoire a pour but la recherche des deux jours du printemps et de l'automne dont la température représente le mieux la moyenne température de l'année, et des deux autres jours de l'hiver et de l'été auxquels correspondent les extrêmes de la température annuelle. Voici ce qui résulte d'un grand nombre d'observations faites sur différens points du globe:

La moyenne de la température annuelle correspond:

	pour le printemps,	pour l'automne,
A Enontekis (Laponie),	au 28 avril	au 22 oct.
Christiania	3 mai	14 oct.
Upsal	22 avril	18 oct.
Fort Sullivan (États-Unis)	26 avril	26 oct.
Manchester	27 avril	23 oct.
Turin	18 avril	26 oct.
Padoue	20 avril	15 oct.
Rome	1 mai	24 oct.
Ville du Cap	19 avril	21 oct.
Fort Johnston (États-Unis)	21 avril	18 oct.
Abushehr (côte de Perse)	23 avril	22 oct.

Le degré de latitude n'a, d'après ce qu'on voit, aucune influence sur l'époque de la température moyenne de l'année. En effet, Christiania et Rome sont les deux points où cette

moyenne arrive le plus tard. La moyenne de toutes les époques ci-dessus indiquée serait conséquemment, pour le printemps le 24 avril, et pour l'automne le 21 octobre.

Les extrêmes de la température annuelle sont pour les mêmes localités :

Enontekis	20 janvier	26 juillet.
Christiania	17 janv.	20 juillet.
Upsal	16 janv.	21 juillet.
Fort Sullivan	24 janv.	29 juillet.
Manchester	12 janv.	27 juillet.
Turin	3 janv.	27 juillet.
Padoue	15 janv.	26 juillet.
Rome	16 janv.	1 juillet.
Ville du Cap	4 février	6 juillet.
Fort Johnston	18 janvier	21 juillet.
Abusheher	12 janv.	18 juillet.

D'après cela, le 14 janvier serait le jour le plus froid, et le 26 juillet le jour le plus chaud de l'année. Conséquemment, le plus grand froid arrive 23 jours, et la plus grande chaleur 36 jours après le solstice.

Comme il résulte des recherches de M. Kæmtz que la température suit dans toutes les latitudes une loi uniforme et constante, soit qu'elle augmente ou qu'elle diminue, il devient possible de déterminer la température moyenne des endroits pour lesquels il n'a pas été fait d'observations thermométriques pendant une année entière. Ainsi, en supposant qu'on ne connaisse la température de Palerme que pour les mois de janvier, de mai et de septembre, et qu'on veuille avoir la moyenne annuelle, voici comment il faut y procéder :

La température de cette ville est, d'après les observations de Marabitti, pour les mois de

Janvier	10°,78.		
Mai	17, 71.	différence	6, 93
Septembre	21, 57.	»	3, 86.

La somme des différences est conséquemment = 10°, 79. Maintenant il faut chercher la même somme d'un autre endroit, dont on connaît la valeur de $M-m$ (M étant égal à la température du mois le plus chaud, et m à celle du mois le plus froid.)

A Rome on a pour le mois de

Janvier.......	7°,70		
Mai..........	17,77	différence	9, 99
Septembre.....	20,76	»	2, 99.

Ici la somme des différences est = 12°, 98. La valeur de M — *m* est à Rome de 15°, 89; donc elle est à Palerme dans la proportion de 12°,98 à 10°, 79, conséquemment de 13°, 24.

En exprimant par x la température moyenne, on a pour les mois de janvier $x - 6°,40 = 10°,78$

Mai... $x + 2,24 = 17,71$

$x - 4,16 = 21,57$. Conséquemment $x = 16°,69$, ce qui s'accorde avec la valeur obtenue par l'observation, et qui est $= 16°,77$.

274. Objections relatives a l'hypothèse de M. Ducommun sur les volcans et les tremblemens de terre; par Benj. Bell. (*Ibid.;* avril 1829, p. 51.)

M. Bell présente, au sujet de l'hypothèse de M. Ducommun (voy. *Bulletin*, Tom. XI, n° 295), une objection très-simple et qui détruirait tout le système de M. D. Il demande comment l'air peut se précipiter au fond de la mer en acquérant une densité plus considérable que celle du liquide, et ne pas remonter avant d'arriver à ce point.

CHIMIE.

275. Aarsberættelse om framstegen i Physik och Chemie.— Rapport annuel sur les progrès de la physique et de la chimie; par Jacq. Berzelius. 334 pag. in-8°. Stockholm, 1828; imprim. de Norstedt.

Le rapport fait annuellement à l'Académie des sciences de Stockholm est sur le modèle de l'analyse des travaux présentés à l'Académie des sciences à Paris, avec la différence que l'on comprend dans le rapport suédois les travaux des savans de tous les pays, autant du moins qu'ils parviennent à la connais-

sance de l'Académie ou du rapporteur : ce n'est pas sur les manuscrits, mais sur les recueils périodiques et sur les mémoires imprimés que le rapporteur suédois peut faire sa revue. Chaque science est traitée à part, et confiée à celui des académiciens qui s'en occupe le plus : c'est ainsi que la physique et la chimie sont depuis plusieurs années le partage de M. Berzelius, qui paraît donner chaque année plus d'étendue à son rapport. Celui de l'année 1827, rédigé et publié en 1828, est du moins plus considérable que les rapports qui l'ont précédé.

En commençant par la physique, M. Berzelius analyse les travaux récens sur la vitesse du son, sur les forces électriques et magnétiques, sur la chaleur, sur la compression des gaz, sur les métalloïdes, les acides, les métaux et les sels. Ces dernières parties ont beaucoup d'étendue; on s'aperçoit aisément que le rapporteur a pris un intérêt très-vif aux recherches qui concernent ces corps. Quelquefois ce savant a eu un intérêt plus direct à s'étendre sur les travaux des chimistes et physiciens. C'est ainsi qu'en parlant du chlorure de chaux M. Berzelius a cru devoir développer l'historique de ses expériences, pour faire voir que ce n'est pas légèrement, comme M. Dingler fils l'en accuse, qu'il s'est déterminé à émettre ses opinions. C'est une leçon que le célèbre auteur du traité de la chimie a cru devoir donner à un jeune chimiste, qui, dit-il, paraît ne pas connaître encore les difficultés de la science à laquelle il s'est voué.

Après la physique et la chimie, vient, dans le rapport, la minéralogie, dans laquelle l'auteur s'étend beaucoup sur les minéraux nouveaux, puis sur les oxides, les silicates, les carbonates, les phosphates, les sulfates, les iodures, les fossiles, les eaux. Il traite ensuite des travaux sur la chimie végétale, savoir sur les acides végétaux, les bases salines végétales, les huiles grasses, les résines, les couleurs végétales, les produits de la destruction de la végétation; puis des travaux sur la chimie animale, enfin sur la géologie. Les journaux et les recueils où les mémoires ont été insérés, sont toujours cités en note après chaque analyse. D.

276. Handbuch der analytischen Chemie. — Manuel de Chimie analytique; par M. H. Rose. In-8°. Berlin 1829.

Les journaux allemands parlent avec éloge de cet ouvrage, qui vient de paraître.

277. COMPENDIO D'UN TRATTATO ELEMENTARE DI CHIMICA. — Compendium d'un traité élémentaire de chimie; par G. GAZZERI. Vol. II. Florence, 1828.

278. ARCHIVES DES DÉCOUVERTES ET DES INVENTIONS NOUVELLES faites dans les sciences, les arts et les manufactures, tant en France que dans les pays étrangers, pendant l'année 1828. In-8° de 600 pag.; prix, 7 fr. et 9 fr. franc de port pour les départemens (Prix des 20 vol. de la collection depuis 1809, 140 fr.) Paris, 1829; Treuttel et Würtz.

Les sciences et les arts font des progrès tellement rapides qu'il devient impossible de se tenir au courant des découvertes nouvelles sans compulser les nombreux écrits périodiques qui paraissent tant en France qu'à l'étranger. Le recueil que nous annonçons supplée à ce besoin en présentant dans un cadre resserré et dans des articles concis, quoique suffisamment clairs, toutes les inventions qui, pendant l'année, ont été dignes de fixer l'attention publique. Ce résumé est fait avec soin et conscience, et justifie l'accueil favorable qu'il reçoit depuis vingt ans. Le volume que nous avons sous les yeux contient plus de 400 articles, tous également intéressans et dont il est impossible de donner l'analyse puisqu'ils sont eux-mêmes l'extrait de mémoires très-étendus, répandus dans une foule d'ouvrages.

279. DELLE CEMENTAZIONI E DELLE FUZIONI DELL'ACCIAJO. — Des cémentations et des fusions de l'acier. Expériences de J. VISMARA, accompagnées de celles faites en l'année 1824, par l'Institut des sciences de Milan. In-8° Milan. 1825.

280. CHEMICAL RE-AGENTS OR TESTS AND THEIR APPLICATIONS IN ANALYSING WATERS, EARTHS, etc. — Des réactifs chimiques et de leur application à l'analyse des eaux, des terres, des sols, des minerais métallifères, des alliages métalliques, etc. Ouvrage composé primitivement par J. ACCUM, puis perfectionné et porté à la hauteur de l'état actuel de la science de la chimie, par WILLIAM MAUGHAM, chirurgien, professeur de chimie, etc. 452 p. in-12. Londres 1828; Tilt.

281. Saggio di una monografia delle sostanze gommose. — Essai d'une monographie des substances gommeuses; par H. Paoli. In-12. Florence 1828; Ricordi (*Antologia, giorn. di scienze*; mars 1828, p. 165.)

L'auteur expose d'abord les caractères extérieurs des gommes. Il analyse ensuite d'une manière plus approfondie leurs caractères chimiques. Il traite de l'état de la gomme dans les plantes, et des diverses combinaisons qu'elle présente dans cet état; de sa formation considérée sous le point de vue de la chimie et de la physiologie, de son siége ou des différentes parties qui les contiennent dans diverses plantes, enfin de son extraction tant mécanique que chimique.

282. Recherches concernant la chimie analytique; par M. Martini. (*Jahrbuch der Chemie und Physik*; Tom. XXVI; p. 155; cah. 6 de 1829.)

Dans la 1re partie de cet article, l'auteur s'occupe de la solubilité de l'iodure d'argent dans l'ammoniaque caustique; 2510 parties de celle-ci dissolvent une partie d'iodure. Dans la 2e partie, il propose l'arséniate de potasse comme moyen de séparer le fer du manganèse. Ce moyen a déjà été employé par M. Quesneville fils.

283. Sur l'influence de l'acide carbonique dans la décomposition de l'eau par le fer; par le Dr Marshall Hall. (*Brandes, Archiv des Apotheker-Vereins*; Tom. XXVIII, cah. 3, p. 266, 1829.)

Il résulte des recherches de l'auteur, que dans tous les cas où l'eau est décomposée par le fer, il faut qu'il y ait présence de l'acide carbonique, et que cette décomposition peut être arrêtée par les substances capables d'absorber ou d'enlever cet acide. K.

284. Sur l'action d'une flamme dirigée par le chalumeau sur d'autres flammes; par Th. Andrews (*Philosoph. Magaz. and Annals of philos.*, nov. 1829, p. 567.)

Personne n'avait encore pensé à essayer l'action d'une flamme sur une autre sous l'influence du chalumeau. M. A. a dirigé la

flamme d'une chandelle sur celle d'une autre chandelle semblable, de sorte que l'extrémité de la flamme de réduction de la première frappât la seconde dans le point où aurait été placé le bec du chalumeau. En soufflant, la flamme de la seconde chandelle fut renversée et présenta à peu près les mêmes apparences que si le chalumeau avait agi sur elle : la flamme de réduction était terminée par un cône parfait, et la flamme d'oxidation la débordait comme à l'ordinaire. Cependant cette dernière était beaucoup plus grande que celle formée par le chalumeau, et d'après quelques expériences de l'auteur elle paraît à peine aussi chaude. En approchant les deux chandelles jusqu'à ce que la flamme de la première pénétrât la 2e, la flamme de réduction de celle-ci était terminée irrégulièrement et son sommet mal formé. En plaçant la flamme de la première chandelle dans la flamme de réduction de la 1re, la 2e flamme était renversée; mais celle de réduction se terminait par une zône lumineuse au lieu d'un *point*. Ce dernier résultat se présentait même quand la flamme des deux chandellesétait à six pouces de distance; mais à une plus grande distance, il se formait seulement un mouvement irrégulier dans la seconde flamme.

En plaçant six chandelles l'une derrière l'autre, la dernière paraît aussi couchée que la première. G. de C.

285. Phosphore dans le vide. (*Quarterly journal of science*; juillet à septembre 1829, p. 176).

Berzelius cite comme due à Van Beumeleer l'expérience suivante. Si on saupoudre un bâton de phosphore de résine et de souffre, qu'on le place sous la machine pneumatique et que l'on fasse le vide, le phosphore devient plus lumineux dans le point où il est saupoudré et finit par s'enflammer.

286. Combustibilité du charbon augmentée par le platine et le cuivre. (*Ibid.*; p. 178)

Woehler a observé que si on chauffe en vase clos des rapures de liége avec du chlorure d'ammoniaque et de platine ou du vert-de-gris, on obtient un charbon qui ne s'enflamme pas spontanément, mais par la plus légère chaleur, et qui continue à brûler. Le charbon obtenu du liége seul ne s'enflamme pas à de si basses températures et ne continue pas à brûler seul.

Cet effet est analogue à celui que Doebereiner a observé sur

le platine. Mais le cuivre en offre encore un plus curieux. Quand on brûle une bougie colorée en vert par le vert-de-gris, le cuivre est réduit sur la mèche, et si, après avoir brûlé, on l'éteint, la cire brûle lentement et jusqu'à ce que la combustion arrive en contact de quelque corps qui l'éteint. Les bougies incolores ne présentent pas cet effet et sont plus sûres que les vertes.

Nous avons cité ces phénomènes dans l'extrait de l'ouvrage de M. Berzelius, *Bulletin* de mai, p. 370.

287. PROCÉDÉ POUR OBTENIR L'OXIDE DE COBALT PUR; par M. QUESNEVILLE fils. (*Journ. de Pharmacie*; juin 1819, pag. 291, et août 1829. P. 411.)

M. Quesneville traite directement par l'acide nitrique la mine non grillée, évapore à sccité et reprend par l'eau; puis il verse dans la liqueur du carbonate de potasse, jusqu'à ce que l'arséniate de cobalt commence à se précipiter; il sépare par le filtre tout l'arséniate de fer, et verse dans la liqueur du bioxalate de potasse qui précipite tout le cobalt: le fer, l'arsenic et presque tout le nickel restent dans la liqueur. En calcinant cet oxalate à vase ouvert, on obtient le cobalt pur, à l'exception de quelques traces de nickel, que l'on peut séparer par le procédé de M. Berthier.

288. PROCÉDÉ POUR OBTENIR LES CHLORURES VOLATILS; par M. QUESNEVILLE fils. (*Ibid.*; juin, 1829, p. 348.)

La difficulté de préparer une grande quantité de chlorures des métaux terreux, en se servant de tubes de porcelaine, a conduit M. Quesneville à chercher un procédé plus expéditif: il se sert d'une cornue de porcelaine, à la voûte de laquelle il pratique une ouverture qui donne passage au chlore à sec qui arrive jusqu'au fond de la cornue par un tube de porcelaine; au col de la cornue est adapté un ballon à quatre pointes; au travers de celle qui est placée en face de la cornue passe une tige de fer enveloppée d'amianthe, qui sert à déboucher le col s'il s'engorge, et la tubulure inférieure plonge dans un flacon entouré de glace d'où part un tube qui plonge dans la chaux; la tubulure supérieure sert à déboucher le col qui plonge dans le flacon.

Les chlorures liquides se font avec beaucoup plus de facilité parce qu'il n'y a pas obstruction des appareils.

289. Préparation de l'oxide d'urane sans l'emploi direct du carbonate d'ammoniaque; par M. Quesneville fils. (*Ibid.*; septembre 1829, p. 494.)

Au lieu d'employer le carbonate d'ammoniaque pour précipiter la dissolution de mine d'urane, et redissoudre seulement ce dernier métal, comme MM. Serbat et Lecanu l'avaient proposé, M. Quesneville verse dans la dissolution de la mine, un sel ammoniacal et ensuite du carbonate de potasse ou de soude; par double décomposition il se forme du carbonate d'ammoniaque qui redissout l'urane.

290. Note sur l'iode; par M. Casaseca. (*Ibid.*; juin 1829, p. 337.)

Le procédé le plus exact de reconnaître l'iode, et qui est dû à M. Balard, consiste à mêler l'amidon, l'acide sulfurique et le chlore. Thomson rapporte que M. Stromeyer a trouvé l'amidon susceptible d'indiquer en 450 millièmes d'iode. M. Casaseca a voulu reconnaître la quantité d'iode que l'on pouvait reconnaître par le procédé de M. Balard.

Quand la quantité d'hydriodate est très-petite, on ne peut apercevoir de zône bleue au point de contact de la dissolution de chlore et de l'eau contenant de l'amidon et de l'acide sulfurique; il fautagiter vivement le tout et abandonner la liqueur pendant quelques temps : l'amidon prend une teinte violacée très-marquée.

Une partie d'hydriodate de potasse dissoute dans 2 d'eau distillée, 1 goutte de la liqueur pesant o gr.,0455, a été versée dans 14 litres d'eau, à laquelle on a ajouté 2 grammes d'amidon et un peu d'acide sulfurique; on y a ajouté 8 gouttes de dissolution de chlore: après 14 heures l'amidon avait une teinte violacée, et après 24, la teinte était très-marquée.

De cette expérience on peut conclure que le réactif employé suffit pour reconnaître un 0,000 0008.

291. Sur l'iodure de cuivre ammoniacal; par M. Berthemot. (*Ibid.*; septembre 1829, p. 445.)

Ce sel cristallise en tétraèdres, se décompose en partie à

l'air, et prend une couleur brunâtre; sa dissolution aqueuse est d'abord bleue, elle se décolore ensuite et laisse déposer une poudre verte. La chaleur le décompose facilement et devient noirâtre à mesure que l'ammoniaque s'échappe, et il se dégage des vapeurs d'iode; la poudre blanchâtre qni reste est du sous-iodure de cuivre.

L'alcool ne le dissout pas à froid et le décompose à chaud; il se dégage de l'iode.

Les acides versés dans sa dissolution se combinent à l'ammoniaque, dégagent l'iode et précipitent du sous-iodure.

On prépare l'iodure ammoniacal de cuivre en versant dans une dissolution saturée à chaud de sulfate ou d'acétate de cuivre dans l'ammoniaque, un excès de dissolution concentrée d'iodure de potassium; par le refroidissement le sel se précipite. La liqueur qui reste bleue donne des cristaux d'iodure de potassium, recouverts d'aiguilles prismatiques d'iodure ammoniacal. Pour avoir le sel pur, on le fait redissoudre à chaud dans l'ammoniaque.

292. Faits relatifs à l'histoire du cobalt; par M. Lampadius. (*Journal für technische und œkonomische Chemie*; Tom. V, p. 390; cah. 4, 1829.)

1. *Préparation du cobalt pur.*

A. Pour obtenir l'oxide à l'état de pureté, on eut recours à la méthode un peu compliquée de M. Laugier.

B. Une préparation moins compliquée du peroxide pur, fut la suivante: on fit dissoudre l'oxide hydraté du commerce dans l'acide sulfurique; il resta un peu de fer; puis la dissolution fut traitée par l'hydrogène sulfuré, filtrée et traitée par le carbonate de soude; le précipité résultant fut séché et chauffé au rouge. Après cela le peroxide fut redissous dans l'acide acétique concentré, précipité de nouveau par le carbonate de potasse, et enfin séché et chauffé.

C. Une partie d'oxide du commerce fut triturée avec de l'eau et traitée par le gaz chlore: on obtint par là un précipité noir de peroxide pur.

Pendant toutes ces expériences, l'on n'a pu découvrir d'oxide de nickel dans l'oxide de colbalt du commerce; mais l'on y a

trouvé un peu d'oxide de fer, de l'oxide de cuivre et de bismuth, et de l'acide arsénique.

Chacun des peroxides, obtenus suivant les procédés A, B et C, fut mis sous forme de pâte avec de l'huile, dans un creuset, et couvert d'une couche mince d'un flux, qui avait été préparé avec 3 p. de borax calciné, 1 p. de chaux, 1 p. de silice et 1 p. d'alumine; ensuite chacun des trois creusets fut exposé pendant 3 heures à une chaleur qui était capable de fondre le fer brut, l'acier et le nickel. On n'obtint, malgré cela, que quelques grains métalliques de la grosseur d'une tête d'épingle; tout le reste du métal réduit, était sous forme d'une poudre noire, bien attirable à l'aimant. On répéta conséquemment l'expérience, et les mêmes produits furent de nouveau exposés pendant trois heures à une chaleur tout aussi intense; mais le résultat fut le même. On fut donc obligé de recueillir la poudre métallique à l'aide de l'aimant, de la mettre dans de petites capsules de papier, 4 grains environ dans chaque capsule (afin qu'elle ne fût point emportée par le souffle), et de la fondre peu-à-peu sur le charbon au moyen de gaz oxigène. On obtint de cette manière des grains de la grosseur d'une lentille, et dont l'extérieur était recouvert d'une petite couche d'oxide qu'on pouvait enlever. Plus de 200 grains de cobalt pur ont été obtenus ainsi.

2. *Propriétés du cobalt pur.*

Couleur d'un blanc grisâtre, tenant le milieu entre celle de l'acier et de l'argent.

Poids spécifique, 8,710.

Éclat vif, réfléchissant fortement la lumière, et se conservant à l'air.

Dureté médiocre, n'offrant pas plus de résistance à la lime que le cuivre.

Extensibilité également médiocre, supporte quelques coups de marteau, et se sépare ensuite sous formes de lamelles déchirées; il en est de même quand le métal est chauffé; la cassure est fine et granuleuse.

Fusibilité, entre le nickel et le platine, à-peu-près à 145° Pyr. Wedgewood.

Magnétisme; la force magnétique étant prise pour unité, on a pour celle du cobalt 0,701.

3. *Oxides de cobalt.*

L'oxide qu'on obtient en brûlant le métal par l'oxigène, est le premier de ces oxides; il est pur, et, quand il est fondu, il paraît sous forme d'un verre noir opaque. Il se dissout dans l'acide hydrochlorique sans dégagement de gaz, et avec une couleur bleue d'indigo. En poudre et lentement soumis à une chaleur rouge, il passe à l'état de peroxide. Le protoxide vitrifié est encore attiré par l'aimant avec une force = 0,302.

4. *Action du cobalt sur quelques autres métaux.*

Le cobalt et l'or se fondent promptement ensemble, et fournissent un alliage très-dur, mais extensible. La couleur de l'or avait disparu, et l'alliage avait celle du cobalt même. La force magnétique de ce mélange était = 0,507 (1).

Le cobalt et la platine se réunirent promptement par la fusion; l'alliage, assez mou, jouissait d'une extensibilité médiocre, et, après quelques coups de marteau, il cassait. La couleur approchait de celle de l'argent. Magnétisme = 0,509.

Le cobalt et l'argent ne tardèrent pas à se réunir dans le flux. L'alliage cassait déjà après les premiers coups de marteau. La couleur tenait le milieu entre celle du fer et de l'argent. Magnétisme = 0,508.

Le cobalt et le cuivre se combinèrent en se boursoufflant et en augmentant de volume L'alliage, plus mou que le cuivre, jouissait d'une assez grande extensibilité, et avait une force magnétique = 0,509.

Le cobalt et le fer fondirent ensemble, mais une portion considérable du fer brûla dans cette circonstance, et l'alliage s'enveloppa d'une croûte d'oxide de fer. L'alliage était d'une couleur blanche-grisâtre, assez dur, et légèrement malléable. Magnétisme = 0,780.

Le cobalt se combine avec le soufre et le phosphore; la combinaison avec ce dernier corps n'a plus d'action sur l'aimant.

(1) L'auteur a fait deux alliages composés, l'un de 10 cobalt et de 90 or, et l'autre de 5 cobalt et de 95 or; chacun de ces alliages avait encore une dureté remarquable, en sorte qu'il était difficile de plier une pièce de la forme d'un ducat. Les deux mélanges avaient une belle couleur d'or, étaient parfaitement malléables, susceptibles de recevoir un beau poli, et insensibles à l'action de l'aimant. Il résulterait de là que le cobal pourrait être employé en alliage avec de l'or.

L'acide nitrique, d'un poids sp. de 1,30, attaque aussitôt le métal à froid; il y a dégagement de calorique et de gaz nitreux; la solution a une belle couleur rose foncée.

L'acide hydrochlorique fumant a peu d'action à froid; cependant il prend une teinte bleue, et quelques bulles d'hydrogène se dégagent. A l'aide de la chaleur, la réaction devient énergique, et la dissolution prend une couleur d'indigo foncée.

L'acide sulfurique, de 1,700 p. sp., n'exerce aucune action à froid, et il n'attaque le métal que faiblement au moyen de la chaleur; la dissolution prend d'abord une couleur d'améthyste; et, lorsqu'on continue l'ébullition, tout le cobalt se dissout; la dissolution évaporée donne un sel couleur de rose. KUHN.

293. NOTICE SUR L'OXISULFURE DE ZINC *des usines de Freyberg*; par E. KERSTEN. (*Annal. de Chim. et Phys.*; août 1829.)

Dans le traitement de divers sulfures, et principalement de fer et de zinc, pour extraire l'argent, il se dépose des crasses d'un jaune blanchâtre ou brunes, quelquefois en prismes hexagonaux transparens, creux et de 6 à 8 lignes, dans les géodes plus ou moins profondes: M. K. y a trouvé:

4 atômes sulfure de zinc.
1 — oxide de zinc.

Les crasses non cristallisées sont composées des mêmes élémens en proportions variables, et dans celles qui sont brunes, il y a beaucoup de sulfure de fer.

Les acides seuls ne peuvent servir à l'analyse; M. K s'est servi du nitrate de potasse ou de l'hydrogène pour déterminer le soufre.

En opérant dans un tube de verre avec l'hydrogène, l'eau a cessé de se former longtemps avant que l'hydrogène sulfuré se dégage.

L'acide acétique ne dissout pas d'oxide de ces crasses. G. DE C.

294. NOUVELLE MÉTHODE DE PRÉPARER ARTIFICIELLEMENT L'ACIDE FORMIQUE. (Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie;* Tom. XV, p. 307; 1829, n° 2.)

M. Doebereiner, comme on sait, avait déjà obtenu l'acide formique de toute pièce, en soumettant à la distillation un mélange d'acide tartrique, de peroxide de manganèse et d'acide

sulfurique. M. Poggendorff vient de publier dans ses Annales un autre procédé, qui consiste à distiller ensemble de l'amidon, de l'acide sulfurique et du peroxide de manganèse; il se dégage alors de l'acide formique impur, et il se forme en même temps une grande quantité d'acide carbonique. Pour purifier l'acide formique ainsi obtenu, il suffit de le saturer avec une base, et de soumettre le formiate à une nouvelle distillation avec l'acide sulfurique; l'acide formique passe alors très-pur.

C'est à M. Tünnermann, de Fulda, qu'est due la connaissance de ce nouveau procédé; mais ce chimiste croyait avoir découvert un nouvel acide, dont M. Wœhler a toutefois fait justice en répétant les expériences. C'est pour la seconde fois que M. Tünnermann commet une semblable erreur; ainsi l'*acide amylique*, qu'il a donné comme nouveau, et dont nous avons fait mention au Tom. X, n° 137, du *Bulletin*, n'est autre chose également que de l'acide formique.

M. Poggendorf dit à la fin de son article que le prof. Liebig lui a fait savoir qu'outre l'amidon, il y a plusieurs autres substances végétales qui fournissent de l'acide formique par le procédé ci-dessus indiqué. K.

TABLE

DES ARTICLES DES CAHIERS RÉUNIS DE NOVEMBRE ET DÉCEMBRE 1829.

Mathématiques.

Météorologie.

Chimie.

FIN DU TOME XII.

Errata.

Tome XII (oct. 1829), p. 349, l'article qui commence sur cette page est n° 215 *bis*.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

BULLETIN

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

TABLE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR L'ANNÉE 1829.

Nota. Les chiffres romains indiquent le volume, et les chiffres arabes le numéro des articles.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Y.

Z.

ERRATA.

Tome XII, page 420, au titre de l'art. 251, et à la table du cahier, Mattrucci, lisez *Matteucci*.

FIN DE LA TABLE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
rue Jacob, n° 24.





